

Integração dos Serviços de Ecossistema no processo de Avaliação de Impacte Ambiental Aplicação às florestas de *Quercus* sp.

Paulo Sousa

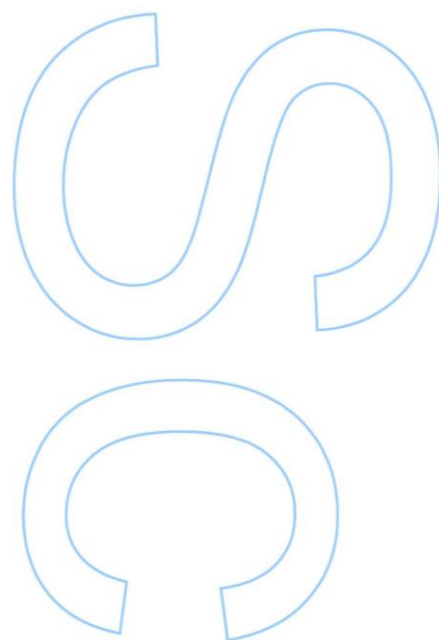
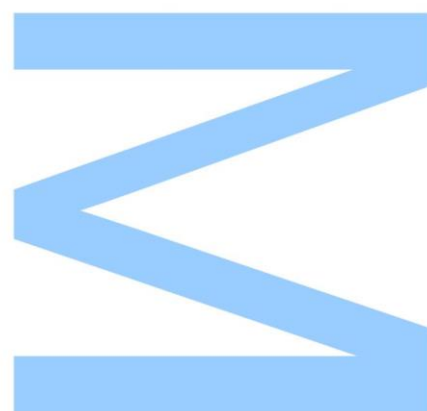
Mestrado em Ecologia e Ambiente

Biologia

2019

Orientador

Nuno Formigo, Professor Auxiliar, Faculdade de
Ciências da Universidade do Porto

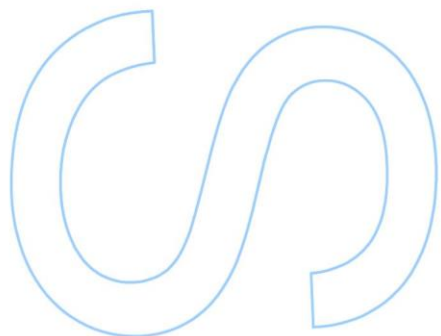
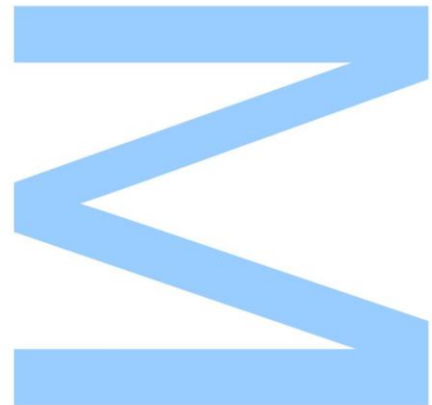




Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Todo este percurso não teria sido possível de realizar, sem o apoio, o carinho, a atenção, a paciência de inúmeras pessoas que estiveram a meu lado no decorrer desta jornada.

Por esta razão, não poderia deixar de agradecer a todas as pessoas que se mantiveram junto a mim nesta caminhada.

Em primeiro lugar, ao meu orientador de tese e professor de mestrado, Professor Nuno Formigo, não só por todo o apoio dado na elaboração da tese, mas também por todas as palavras de incentivo.

Aos meus pais, pela educação que me deram, pelo esforço que fizeram para me darem esta oportunidade, e por toda o incentivo e força que me deram, tendo garantindo todas as condições para que não só começasse, mas finalizasse com sucesso esta etapa. Um muito obrigado por aquilo que sou hoje.

A minha namorada, Maria, por toda a compreensão, paciência, pelas palavras de coragem e de amparo e por ter me acompanhado sempre mesmo nas horas mais difíceis, sempre com uma palavra de carinho e alento.

A minha colega, Daniela Gomes, por toda ajuda que me deu na realização desta dissertação e por todo o acompanhamento e suporte ao longo deste último ano.

Aos meus avós, por todo o carinho e entusiasmo demonstrado que me enche o coração.

Aos meus tios e primo, por todo apoio, entusiasmo, interesse que demonstraram, e pela disponibilidade em auxiliarem me em tudo o que necessitasse ao longo deste percurso.

Ao meu amigo, Micael Alves, por todo o apoio e momentos de descontração que me proporcionou ao longo, não só deste ano, mas destes últimos cinco anos.

A minha amiga, Beatriz Carmo, pelo apoio e ajuda na redação da dissertação.

Aos meus amigos e colegas de mestrado, Bruna Oliveira, Francisco Gil, Ivo Pinto, Rita Freitas, Zé Pedro, por todo o apoio que me deram nestes últimos dois anos, pelo companheirismo e espírito de interajuda, pelos momentos de distração e por terem tomado esta última etapa da minha formação mais especial.

Aos meus amigos dos escuteiros, Francisca Bessa, Marta Carraca, João Ruivo e Sofia Pissarra, pela amizade e por todos os momentos diversão e pelas palavras de incentivo e por acreditarem nas minhas capacidades.

A todos os meus familiares, por serem pessoas incríveis, tendo cada um deles contribuído de uma maneira ou de outra para a realização deste trabalho.

A todos os meus outros amigos, que de uma forma ou doutra tiveram próximos de mim, apoiando me e acreditando sempre em mim. MUITO OBRIGADO!

Resumo

Avaliação do Impacto Ambiental (AIA) é uma ferramenta de gestão ambiental, que possui como função prever e gerenciar possíveis impactos decorrentes de um determinado projeto. A tomada de consciência, de que é de extrema importância a proteção de recursos naturais, de modo a garantir a sustentabilidade para as gerações futuras (realçadas na nova legislação europeia), eleva a necessidade de implementar novos procedimentos que tornem a avaliação de impacto ambiental mais eficiente, particularmente do ponto de vista ecológico.

Os serviços de ecossistema (SE) são um exemplo de novos procedimentos que podem possuir uma importância crucial, uma vez que estes permitem inferir com precisão, não só sobre o funcionamento dos sistemas ecológicos, mas também sobre os sistemas antrópicos, nomeadamente sobre o bem-estar socioeconómico das populações humanas.

Este trabalho foi dividido em duas fases distintas. A primeira consistiu numa revisão de estudos de impacto ambiental realizados anteriormente, para avaliar o uso de SE. Os resultados obtidos na primeira fase do trabalho permitiram inferir que, atualmente, nos estudos de impacto ambiental não se consideram os serviços de ecossistema nem os seus indicadores, sendo que só um por cento dos estudos se refere explicitamente a serviços de ecossistema.

A segunda fase consistiu na criação de um guia metodológico que permita a integração dos SE na AIA, focado nas florestas de *Quercus sp.*, uma vez que o território nacional possui como ecossistema presente em maior superfície a floresta. As florestas autóctones de *Quercus sp.* têm vindo a diminuir em área ocupada, devido ao aparecimento de espécies invasoras e também em consequência de projetos de desenvolvimento antrópico. Este guia faz a divisão entre dois tipos de florestas, a florestas de *Quercus sp.* de folha caduca e as florestas de *Quercus sp.* de folha perene, uma vez que possuem ligeiras diferenças no tipo de serviços que prestam.

Palavras-chave: Estudo de Impacte Ambiental; Serviços de Ecossistema; Florestas de *Quercus*, Sustentabilidade, Alterações Climáticas

Abstract

Environmental Impact Assessment (EIA) is an environmental management tool, which has the function of predicting and managing possible impacts arising from a given project. Awareness, which is of the utmost importance in protecting natural resources to ensure sustainability for future generations (highlighted in new European legislation), raises the need for new procedures to make environmental impact assessment more efficient, particularly from an ecological point of view.

Ecosystem services (ES) are an example of new procedures that may be of crucial importance, as they allow to infer precisely, not only the functioning of ecological systems, but also the anthropic systems, namely the socioeconomic well-being of human populations.

This work was divided into two distinct phases. The first consisted in a review of previous environmental impact studies to assess the use of higher education. The results concluded from the first phase allowed to infer that currently the environmental impact studies do not consider ecosystem services or their indicators, and only one percent of the studies explicitly refer to ecosystem services.

The second phase consisted on the creation of a methodological guide that allow the integration of the ES in the EIA, focused on *Quercus sp.* forests, since the forest is the largest ecosystem in national territory. The native forests of *Quercus sp.* have been decreasing due to the emergence of invasive species and as a result of anthropic development projects. This guide divides two types of forests, the *Quercus sp.* trees and the forests of *Quercus sp.* since they have slight differences in the type of services they provide.

Keywords: Environmental Impact Assessment; Ecosystem Services; Oak trees forest, Sustainability, Climate changes.

Índice

Agradecimentos.....	III
Resumo	V
Abstract	VI
Lista de Tabelas	IX
Lista de Figuras	X
Lista de Abreviaturas	XII
1. Introdução.....	1
1.1. Avaliação De Impacte Ambiental.....	1
1.1.1. Fases de AIA.....	2
1.1.2. Estudo e Impacte Ambiental	4
1.1.3. Regime Juridico.....	8
1.2. Serviços de Ecossistema	11
1.2.1. Serviços de Ecossistema em contexto de Avaliação de Impacte Ambiental	18
1.2.2. Serviços de Ecossistema nos Estudos de Impacte Ambiental: pequena revisão da literatura	19
1.2.3. Alterações climáticas e Serviços de Ecossistema	20
1.3. Floresta e os seus Serviços de Ecossistema em Avaliação de Impacte Ambiental	21
1.3.1. Evolução Florestal na Península Ibérica e em Portugal	21
1.3.2. Influências Biogeográficas na distribuição das espécies.....	24
1.3.3. Composição da floresta em Portugal, nos dias de hoje	25
1.4. Floresta de carvalho	26
1.4.1. Carvalho-roble, <i>Quercus robur</i>	28
1.4.2. Carvalho negral, <i>Quercus pyrenaica</i>	31
1.4.3. Azinheira, <i>Quercus rotundifolia</i>	34
1.4.4. Sobreiro, <i>Quercus suber</i>	37
1.5. Objetivos	39
2. Metodologia	40
2.1. Integração dos serviços de ecossistema no processo de Avaliação de Impacte Ambiental – situação atual	40
2.2. Tipificação dos Estudo de Impacte Ambiental	40
2.3. Elaboração de um guia metodológico para a integração dos Serviços de Ecossistema no processo de Avaliação de Impacte Ambiental, aplicação às Florestas de <i>Quercus</i> sp	42

3. Resultados.....	43
3.1. Uso de Serviços de Ecossistema nos Estudos de Impacte Ambiental	43
3.2. Tipificação dos Estudo de Impacte Ambiental	44
3.3. Planos de Monitorização	53
3.4. Elaboração de um guia metodológico para a integração dos Serviços de Ecossistema no processo de Avaliação de Impacte Ambiental, aplicação às Florestas de <i>Quercus</i> sp	59
3.5. Síntese	60
4. Conclusão.....	61
5. Referências Bibliográficas.....	63
6. Anexo (GUIA)	71

Lista de Tabelas

Tabelas 1 e 2 – Resumo da estrutura correspondente aos primeiros três níveis da classificação CICES (secção, divisão e grupo) relativa aos serviços bióticos e abióticos	13
Tabela 3: Variação na área ocupada pelos principais tipos de floresta em Portugal (ICNF, 2013)	26
Tabelas 4, 5 e 6– Tabelas que resumem, em percentagem, os impactes mais comuns nas diferentes fases de execução do projeto nos diferentes tipos de tipologia.	45
Tabelas 7 e 8 – Tabelas que apresentam, em percentagem, as principais medidas de mitigação\minimização mais comuns nas diferentes fases de execução do projeto nos diferentes tipos de tipologia	46
Tabelas 9 e 10 – Tabelas que apresentam principais medidas de mitigação\minimização (número de menções) mais comuns nas diferentes fases de execução do projeto nos diferentes tipos de tipologia	47
Tabela 11 – Tabela que representa os aspetos considerados no plano de monitorização: objetivos	55
Tabela 12 – Tabela que representa os aspetos considerados no plano de monitorização: parâmetros a monitorizar	55
Tabela 13– Tabela que representa os aspetos considerados no plano de monitorização: duração e frequência de amostragem.....	56
Tabela 14 – Tabela que representa os aspetos considerados no plano de monitorização: locais de amostragem.....	57
Tabela 15– Tabela que representa os aspetos considerados no plano de monitorização: técnicas e métodos de análise	58
Tabela 16 – Tabela que representa os aspetos considerados no plano de monitorização: periodicidade de relatórios	59

Lista de Figuras

Figura 1: Relação entre SE e a AIA e os impactes sociais (Landsberg, Treweek, Stickler, Henninger, & Venn, 2013)	11
Figura 2: Relação entre os Serviços de Ecossistema e o bem estar socioeconómico (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)	12
Figura 3: Relação entre os Ecossistemas e os sistemas socioeconómicos adaptado de (Maes et al., 2013)	18
Figura 4: Regiões Biogeográfica de Portugal Continental. Retirado de: (http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/rn2000/resource/doc/implement/reg-biogeog-terr/image_view_fullscreen)	25
Figura 5: Distribuição das espécies de <i>Quercus</i> , em Portugal. Retirado de: (https://acervo.publico.pt/floresta-em-perigo/floresta)	27
Figuras 6 e 7: Distribuição de <i>Quercus robur</i> em Portugal e exemplar de <i>Quercus robur</i> (Araújo, P.V., Lourenço, J., Almeida, J.D., Carapeto, A., Vila-Viçosa, C., Pereira, E.P., Henriques, T.M., Peixoto, M., et al. 2019, English Country Garden, 2016)	28
Figura 8 e 9: Distribuição de <i>Quercus pyrenaica</i> em Portugal e exemplar de <i>Quercus pyrenaica</i> (Araújo, P.V., Almeida, J.D., Clamote, F., Lourenço, J., C.Aguiar, C., Pereira, E.P., Porto, M., Carapeto, A., et al. 2019)	31
Figura 10 e 11: Distribuição de <i>Quercus rotundifolia</i> em Portugal e exemplar de <i>Quercus rotundifolia</i> (Porto, M., Araújo, P.V., Clamote, F., Pereira, A.J., A.Carapeto, A., Holyoak, D.T., Malveiro, S., Almeida, J.D., et al. (2019)	34
Figura 12 e 13: Distribuição de <i>Quercus suber</i> em Portugal e exemplar de <i>Quercus suber</i> (Araújo, P.V., Clamote, F., Carapeto, A., Porto, M., Malveiro, S., Lourenço, J., Holyoak, D.T., Pereira, A.J., et al, 2019)	37
Figura 14: Tipificação e Amostragem dos EIA	41
Figura 15: Gráfico Circular que representa o resultado, em percentagem, no que diz respeito a aplicação de terminologia referente a serviços de Ecossistema	43

Figura 16: Gráfico comparativo, em percentagem, dos principais impactes descritos nos EIA, em projetos de tipologia linear, na fase de construção, exploração e desativação.	48
Figura 17: Gráfico comparativo, em percentagem, dos principais impactes descritos nos EIA, em projetos de tipologia localizada, na fase de construção, exploração e desativação	48
Figura 18: Gráfico comparativo, em percentagem, dos principais impactes descritos nos EIA, em projetos de tipologia intermédia, na fase de construção, exploração e desativação	49
Figura 19: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas de mitigação na fase de construção descritos nos EIA, em tipologia Linear (n 18)	49
Figura 20: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas mitigação na fase de construção descritos nos EIA, em projetos de tipologia Localizada (n 18) ...	50
Figura 21: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas mitigação na fase de construção descritos nos EIA, em projetos de tipologia de Intermédia (n 6)	50
Figura 22: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas de mitigação na fase de exploração descritos nos EIA, em tipologia Linear (n 18)	51
Figura 23: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas mitigação na fase de exploração descritos nos EIA, em projetos de tipologia Localizada (n 18) ...	51
Figura 24: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas de mitigação na fase de exploração descritos nos EIA, em tipologia Intermédia (n 6)	52
Figura 25: Gráfico de comparação, em nº de estudos, das principais medidas mitigação na fase de construção descritos nos EIA, em diferentes tipologias de projeto	52
Figura 26: Gráfico de comparação, em nº de estudos, das principais medidas mitigação na fase de exploração descritos nos EIA, em diferentes tipologias de projeto	53
Figura 27: Comparação entre os estudos que possuíam planos de monitorização e os que não possuíam planos de monitorização	54

Lista de Abreviaturas

AIA	Avaliação de Impacte Ambiental
CA	Comissão de avaliação
CICES	<i>Common International Classification of Ecosystem Services</i>
DIA	Declaração de Impacte Ambiental
EIA	Estudo de Impacte Ambiental
IAIA	<i>International Association for Impact Assessment</i>
ICNF	Instituto de Conservação da Natureza e Florestas
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
IFN6	6º Inventário Floresta Nacional
MEA	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i>
RECAPE	Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução
RNT	Resumo não técnico
RCP	<i>Representative Concentration Pathways</i>
SE	Serviços de Ecossistema
SIAI	Sistema de Informação sobre Avaliação de Impacte Ambiental
TEEB	<i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i>

1. Introdução

1.1. Avaliação de Impacte Ambiental

A Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) é um instrumento de carácter preventivo da política do ambiente. É sustentado na realização de estudos e consultas, procurando privilegiar a participação pública e a análise de possíveis alternativas. O seu objeto é a recolha de informação, identificação e previsão dos efeitos ambientais de determinados projetos, bem como a identificação e proposta de medidas que evitem, minimizem ou compensem esses efeitos, tendo em vista uma decisão sobre a viabilidade da execução de tais projetos e respetiva pós-avaliação (Agência Portuguesa do Ambiente, 2019).

O conceito de “ambiente”, num projeto de avaliação de impacte, envolve um foco nos componentes biofísicos, no qual estão incluídos variados aspetos, tais como: químicos, físicos, biológicos e culturais. A AIA, de acordo com a definição da IAIA (*International Association for Impact Assessment*) é o processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação de potenciais impactes, antes da tomada de decisões (IAIA, 2019).

Num mecanismo de AIA, estão sempre presentes duas abordagens, cada uma com uma vertente metodológica singular (IAIA, 2009).

- Uma vertente técnica, que visa analisar as consequências do projeto planeado e fornecer informação para os *stakeholders*;
- Uma vertente legal e institucional, ligada à tomada de decisões de um projeto de intervenção planeado previamente;

Um processo de Avaliação de Impacte Ambiental tem como objetivos (IAIA, 2009):

- Fornecer informação para uma tomada de decisão que analise as consequências sobre as componentes biofísicas, sociais, económicas e institucionais;
- Promover a transparência e a participação do público na tomada de decisões;
- Identificar procedimentos para uma fase de monitorização pós projeto (mitigação e monitorização dos impactes negativos) na política, planeamento e ciclo de projetos,
- Contribuir para um ambiente saudável e para um desenvolvimento sustentável;

A previsão e avaliação de impactes encontra-se sempre dependente da qualidade dos dados recolhidos, dos métodos selecionados e da imprevisibilidade dos processos ecológicos, assim como a dificuldade existente em retratar os mesmos em modelos, sendo necessário um conjunto de ferramentas competentes, provenientes das ciências naturais e sociais, com o intuito de inferir sobre possíveis consequências de um determinado projeto ou atividade (Briggs & Hudson, 2013).

O êxito de uma avaliação de impacto ambiental deve-se também a um acompanhamento eficaz - pós-avaliação - garantindo que as recomendações e as medidas de mitigação definidas na fase de avaliação, são devidamente implementadas e efetivas, bem como verificar que não surgiram impactes não avaliados anteriormente (Agência Portuguesa do Ambiente, 2019).

Em Portugal o regime jurídico de avaliação de impacte ambiental (AIA) encontra-se instituído pelo decreto-lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro, que transpõe para a ordem jurídica interna a diretiva n.º 2014/52/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de abril de 2014, relativa à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente.

1.1.1. Fases da AIA

Um procedimento de AIA deve ser iniciado quando existe a intenção de realizar um determinado projeto e prolongar-se após o fim dos impactes desse mesmo projeto (Partidário & Jesus, 1994). O processo de AIA é constituído por um conjunto de fases, facultativas, por exemplo a definição de âmbito, e obrigatórias (CCDR LVT, 2016):

- **Apreciação prévia e decisão de sujeição a AIA:** Esta fase do procedimento inicia-se na entidade licenciadora ou competente para autorização do projeto que solicita parecer prévio à autoridade de AIA sobre a suscetibilidade do projeto provocar impactes significativos no ambiente. Após emissão do referido parecer, a entidade, ou a autoridade de AIA, consoante os casos, emite decisão sobre a necessidade de sujeição a AIA.
- **Dispensa do procedimento de AIA:** Em circunstâncias excecionais e devidamente fundamentadas, o licenciamento ou a autorização de um projeto pode, por iniciativa do proponente e mediante despacho dos membros do Governo responsáveis pela área do ambiente e da tutela do projeto, ser

dispensado, total ou parcialmente, do procedimento de AIA. Nestes casos, a dispensa é atribuída previamente à concessão do licenciamento ou autorização do projeto, e o membro do Governo responsável pela área do ambiente comunica à Comissão Europeia a decisão de dispensa do procedimento de AIA, acompanhada da sua fundamentação e do correspondente requerimento.

- **Definição de âmbito:** Documento apresentado em fase preliminar e facultativa do procedimento de AIA, e da iniciativa do promotor, no qual se identifica, analisa e selecionam as vertentes ambientais significativas que podem ser afetadas por um projeto e sobre as quais o estudo de impacte ambiental (EIA) deve incidir. Este documento é objeto de análise pela Autoridade AIA, de acordo com o procedimento descrito no artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 152B/2017, de 11 de dezembro.
- **Estudo de Impacte Ambiental:** Documento elaborado pelo proponente do projeto, onde devem constar a descrição detalhada deste, a caracterização da situação de referência, a identificação e avaliação dos impactes previsíveis, pontos positivos e negativos consequentes do projeto, a evolução previsível sem a realização do projeto, medidas de mitigação e de gestão de modo a compensar os impactes negativos e um resumo não técnico (RNT).
- **Procedimento de Avaliação:** O proponente apresenta o EIA à autoridade licenciadora, que encaminha o mesmo para a autoridade de AIA. A autoridade de AIA nomeia uma Comissão de Avaliação (CA) que garante a conformidade legal do EIA e, posteriormente, uma apreciação técnica do EIA, emitindo por fim uma decisão, denominada Declaração de Impacte Ambiental (DIA). A DIA deve ser fundamentada num índice de avaliação ponderada de impactes ambientais, definido numa escala numérica (correspondendo o valor mais elevado a projetos cujos impactes são negativos e muito significativos); esta decisão pode ser favorável, condicionalmente favorável ou desfavorável. É de salientar que nesta fase insere-se ainda um período de consulta pública.
- **Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE):** O projeto de execução está sujeito à verificação de conformidade ambiental com a DIA, sempre que o procedimento de avaliação tenha ocorrido em fase de estudo prévio ou de anteprojecto. O RECAPE tem como objetivo garantir a concordância ambiental de projetos de execução, em todas as suas componentes, com as medidas de minimização e compensação, bem como com os planos de monitorização, demonstrando o cabal cumprimento dos termos e condições impostos pela DIA.

- Procedimento de Pós-avaliação: Fase que pretende garantir que os termos e condições de aprovação do projeto, presentes na DIA, são efetivamente cumpridos. Este procedimento tem por objetivo avaliar a eficácia das medidas fixadas para evitar, minimizar ou compensar os impactos negativos e potenciar os efeitos positivos, definindo, se necessário, a adoção de novas medidas.

1.1.2. Estudo de Impacte Ambiental

O anexo V, do decreto de Lei nº 152b-2017, indica que o EIA deve ser composto por:

- Resumo não técnico
- Relatório de Síntese
- Relatórios técnicos
- Anexos

O Resumo não técnico (RNT) constitui uma das peças obrigatórias do EIA, devendo ser apresentado em documento separado. O EIA deve sempre adaptar-se criteriosamente à fase do projeto considerada (anteprojeto, estudo prévio ou projeto de execução), bem como às características específicas do projeto em causa, sendo que o Relatório de Síntese deve-se estruturar nas seguintes secções:

- Introdução:
 - Identificação do projeto - da fase em que se encontra e do proponente;
 - Identificação da entidade licenciadora ou competente para a autorização;
 - Identificação dos responsáveis pela elaboração do EIA e indicação do período da sua elaboração;
 - Referência aos eventuais antecedentes do EIA, nomeadamente à eventual proposta de definição do âmbito e respetiva deliberação da comissão de avaliação;
 - Metodologia e descrição geral da estrutura do EIA (referenciando o plano geral ou índice do EIA).
- Objetivos e justificação do projeto:
 - Descrição dos objetivos e da necessidade do projeto;
 - Antecedentes do projeto e da sua conformidade com os instrumentos de gestão territorial existentes e em vigor, nomeadamente com planos sectoriais, enquadrando-o ao nível municipal, supramunicipal, regional ou nacional.

- Descrição do projeto e das alternativas consideradas:
 - Descrição breve do projeto e das várias alternativas consideradas, incluindo, sempre que aplicável, a dos principais processos tecnológicos envolvidos e, quando relevante, dos mecanismos prévios de geração e eliminação de alternativas, referindo, quando aplicável, a deliberação sobre a proposta de definição do âmbito;
 - Projetos complementares ou subsidiários (por exemplo, acessos viários, linhas de energia, condutas de água, coletores de águas residuais e pedreiras para obtenção de materiais);
 - Programação temporal estimada das fases de construção, exploração e desativação e da sua relação, quando aplicável, com o regime de licenciamento ou de concessão;
 - Localização do projeto;
 - Concelhos e freguesias. Cartografia à escala adequada, com os limites administrativos. Localização às escalas regional e nacional;
 - Indicação das áreas sensíveis (na definição do artigo 2.o do Decreto-Lei nº 69/2000, de 3 de maio) situadas nos concelhos (ou freguesias) de localização do projeto ou das suas alternativas e, se relevante, respetiva cartografia;
 - Planos de ordenamento do território (regionais, municipais, intermunicipais, sectoriais e especiais) em vigor na área do projeto e classes de espaço envolvidas;
 - Condicionantes, servidões e restrições de utilidade pública; Equipamentos e infraestruturas relevantes potencialmente afetados pelo projeto;
 - Para cada alternativa estudada, devem ser descritos e quantificados:
 - Materiais e energia utilizados e produzidos, incluindo matérias-primas, secundárias e acessórias, formas de energia utilizada e produzida e substâncias utilizadas e produzidas;
 - Efluentes, resíduos e emissões previsíveis, nas fases de construção, funcionamento e desativação, para os diferentes meios físicos (água, solo e atmosfera);
 - Fontes de produção e níveis de ruído, vibração, luz, calor, radiação, etc.
- Caracterização do ambiente afetado pelo projeto:

- Caracterização do estado atual do ambiente suscetível de ser consideravelmente afetado pelo projeto e da sua evolução previsível na ausência deste, com base na utilização dos fatores apropriados para o efeito, bem como na inter-relação entre os mesmos, nas vertentes:
 - Natural: nomeadamente diversidade biológica, nas suas componentes fauna e flora; solo; água; atmosfera; paisagem; clima; recursos minerais;
 - Social: nomeadamente população e povoamento; património cultural; condicionantes; servidões e restrições; sistemas ou redes estruturantes; espaços e usos definidos em instrumentos de planeamento; socioeconómica. Referência às metodologias utilizadas.
- Esta caracterização, realizada sempre que necessário às escalas micro e macro, deve permitir a análise dos impactes do projeto e das suas alternativas. Os dados e as análises apresentados devem ser proporcionais à importância dos potenciais impactes; os dados menos importantes devem ser resumidos, consolidados ou simplesmente referenciados;
- Deve ser explicitado o grau de incerteza global associada à caracterização do ambiente afetado, tendo em conta a tipologia de cada um dos fatores utilizados
- Impactes ambientais e medidas de mitigação:
 - Identificação e descrição e/ou quantificação dos impactes ambientais significativos a diferentes níveis geográficos (positivos e negativos, diretos e indiretos, secundários e cumulativos, a curto, médio e longo prazos, permanentes e temporários) de cada alternativa estudada, resultantes da presença do projeto, da utilização da energia e dos recursos naturais, da emissão de poluentes e da forma prevista de eliminação de resíduos e de efluentes e referência às metodologias utilizadas;
 - Avaliação da importância/significado dos impactes com base na definição das respetivas escalas de análise;
 - A análise de impactes cumulativos deve considerar os impactes no ambiente que resultam do projeto em associação com a presença de outros projetos, existentes ou previstos, bem como dos projetos complementares ou subsidiários;

- A análise de impactes deve indicar a incerteza associada à sua identificação e previsão, indicar os métodos de previsão utilizados para avaliar os impactes previsíveis e as referências à respetiva fundamentação científica e indicar os critérios utilizados na apreciação da sua significância;
- Descrição das medidas e das técnicas previstas para evitar, reduzir ou compensar os impactes negativos e para potenciar os possíveis impactes positivos;
- Identificação dos riscos ambientais associados ao projeto, incluindo os resultantes de acidentes, e descrição das medidas previstas pelo proponente para a sua prevenção;
- A análise de impactes deve evidenciar os impactes que não podem ser evitados, minimizados ou compensados e a utilização irreversível de recursos;
- Para o conjunto das alternativas consideradas, deve ser efetuada uma análise comparativa dos impactes a elas associados;
- Do conjunto das várias alternativas em análise, deve ser sempre indicada a alternativa ambientalmente mais favorável, em termos de localização, tecnologia, energia utilizada, matérias-primas, dimensão e desenho, devendo ser justificados os critérios que presidiram à definição de alternativa ambientalmente mais favorável
- Monitorização e medidas de gestão ambiental dos impactes resultantes do projeto:
 - A consideração da monitorização do projeto deve ser avaliada numa lógica de proporcionalidade entre a dimensão e as características do projeto e os impactes ambientais que dele resultam;
 - Descrição dos programas de monitorização para cada fator, abrangendo os principais impactes negativos previsíveis nas fases de construção, exploração e desativação que são passíveis de medidas de gestão ambiental por parte do proponente. Os programas devem especificar, caso a AIA decorra em fase de projeto de execução:
 - Parâmetros a monitorizar;
 - Locais (ou tipos de locais) e frequência das amostragens ou registos, incluindo, quando aplicável, a análise do seu significado estatístico;
 - Técnicas e métodos de análise e equipamentos necessários;

- Relação entre fatores ambientais a monitorizar e parâmetros caracterizadores da construção, do funcionamento ou da desativação do projeto, ou outros fatores exógenos ao projeto, procurando identificar os principais indicadores ambientais de atividade do projeto;
- Tipo de medidas de gestão ambiental a adotar na sequência dos resultados dos programas de monitorização;
- Periodicidade dos relatórios de monitorização e critérios para a decisão sobre a revisão do programa de monitorização;
- Encontrando-se o projeto em avaliação, em fase de anteprojecto ou de estudo prévio, devem ser apresentadas as diretrizes a que obedecerá o plano geral de monitorização a pormenorizar no RECAPE.
- Lacunas técnicas ou de conhecimentos — resumo das lacunas técnicas ou de conhecimento verificadas na elaboração do EIA
 - Principais conclusões do EIA, evidenciando questões controversas e decisões a tomar em sede de AIA, incluindo as que se referem à escolha entre as alternativas apresentadas;
 - No caso de o EIA ser realizado em fase de estudo prévio ou de anteprojecto, identificação dos estudos a empreender pelo proponente que permitam que as medidas de mitigação e os programas de monitorização descritos no EIA sejam adequadamente pormenorizados, tendo em vista a sua inclusão no RECAPE.

1.1.3. Regime Jurídico

A avaliação de Impacte Ambiental encontra-se consagrada, no artigo 18º da Lei nº19/2014, de 14 de abril, referente as Leis de Bases do Ambiente de 2014 e tem como âmbito o cumprimento do disposto nos artigos 9º e 66º da Constituição. No artigo 9º da Constituição portuguesa, está explícito que, entre as Tarefas Fundamentais do Estado, encontra-se o dever de:

- Promover o bem-estar e a qualidade de vida do povo e a igualdade real entre os portugueses, bem como a efetivação dos direitos económicos, sociais, culturais e ambientais, mediante a transformação e modernização das estruturas económicas e sociais;

- Proteger e valorizar o património cultural do povo português, defender a natureza e o ambiente, preservar os recursos naturais e assegurar um correto ordenamento do território;

No artigo 66º referente às temáticas de ambiente e qualidade de vida, pode ler-se que:

- Todos têm direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender.
- Para assegurar o direito ao ambiente, no quadro de um desenvolvimento sustentável, incumbe ao Estado, por meio de organismos próprios e com o envolvimento e a participação dos cidadãos:
 - Prevenir e controlar a poluição e os seus efeitos e as formas prejudiciais de erosão;
 - Ordenar e promover o ordenamento do território, tendo em vista uma correta localização das atividades, um equilibrado desenvolvimento socioeconómico e a valorização da paisagem;
 - Criar e desenvolver reservas e parques naturais e de recreio, bem como classificar e proteger paisagens e sítios, de modo a garantir a conservação da natureza e a preservação de valores culturais de interesse histórico ou artístico;
 - Promover o aproveitamento racional dos recursos naturais, salvaguardando a sua capacidade de renovação e a estabilidade ecológica, com respeito pelo princípio da solidariedade entre gerações;
 - Promover, em colaboração com as autarquias locais, a qualidade ambiental das povoações e da vida urbana, designadamente no plano arquitetónico e da proteção das zonas históricas;
 - Promover a integração de objetivos ambientais nas várias políticas de âmbito setorial;
 - Promover a educação ambiental e o respeito pelos valores do ambiente;
 - Assegurar que a política fiscal compatibilize desenvolvimento com proteção do ambiente e qualidade de vida.

A Lei de Bases do Ambiente teve uma importância extrema, uma vez que instaurou princípios específicos, tais como os de prevenção e precaução, do poluidor pagador e

da participação pública ativa, e estabeleceu a obrigação de uma correta gestão dos recursos naturais, minimizando os possíveis impactes e contribuindo para um desenvolvimento sustentável.

O atual regime jurídico de avaliação de impacte ambiental encontra-se instituído pelo Decreto-lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro, que transpõe para a ordem jurídica interna a diretiva 2014/52/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de abril de 2014, relativa à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente.

A diretiva 2014/52/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de abril de 2014 veio levantar inúmeras questões como a eficiência e a sustentabilidade na utilização dos recursos, a proteção da biodiversidade, sendo que as alterações climáticas e o tipo de território e solo, ganham um maior peso na tomada de decisões.

A inclusão dos SE, como ferramenta de apoio na compreensão de impactes de um determinado projeto, pode ser uma ferramenta extremamente valiosa no cumprimento da nova diretiva europeia, visto que os Serviços de Ecossistema estão estreitamente ligados ao bem-estar natural e socioeconómico, estabelecendo deste modo uma íntima relação entre natureza e sociedade (Landsberg, Treweek, Stickler, Henninger, & Venn, 2013b) (Fig. 1).

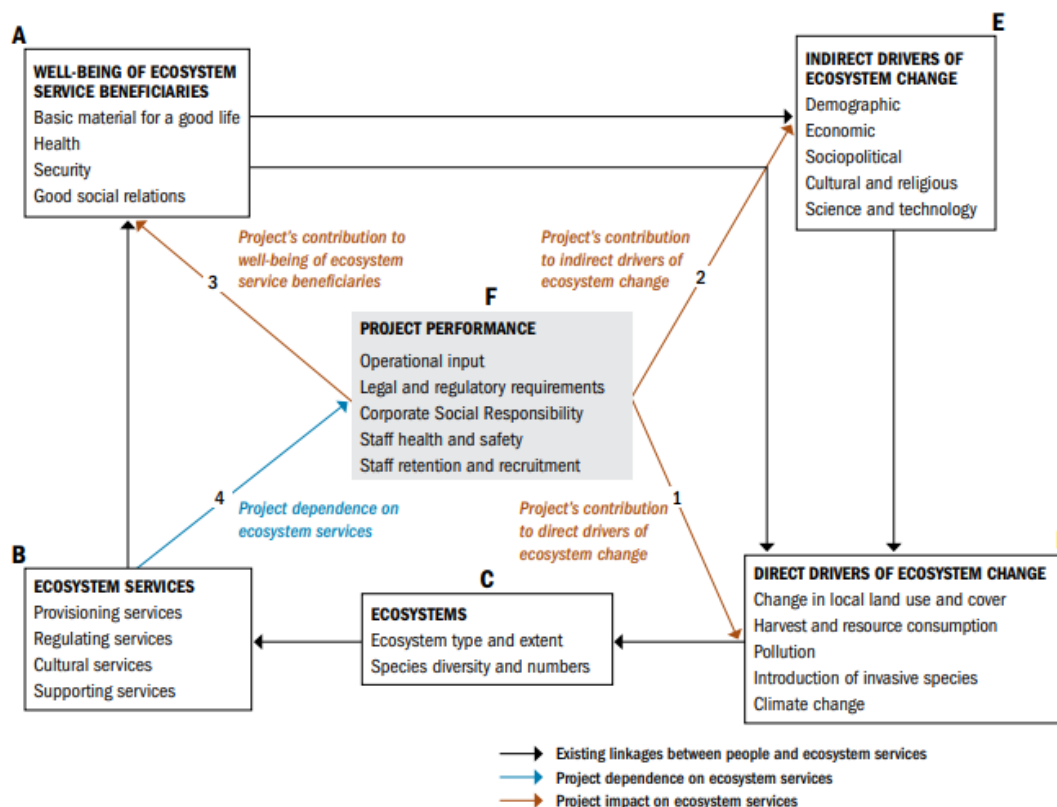


Fig.1:

Relação entre SE e a AIA e os impactos sociais (Landsberg, Treweek, Stickler, Henninger, & Venn, 2013)

1.2. Serviços de Ecossistema

Os serviços de ecossistema são os benefícios que os ecossistemas fornecem às pessoas, segundo o *Millennium Ecosystem Assessment*, deste modo pode-se dizer que os SE consistem em todos os produtos e processos naturais que contribuem não só para o bem-estar, bem como para o prazer pessoal e social derivado da natureza. Tomando como exemplo os ecossistemas florestais, estes fornecem inúmeros produtos (resina, bens alimentares, materiais lenhosos), enquadrados naquilo que se designa “serviços de produção”, mas também funcionam como locais de lazer e renovação espiritual – “serviços culturais”; não desprezando o papel que estes ecossistemas desempenham na mitigação das mudanças climática e no sequestro de carbono – “serviços de regulação e manutenção”. Um ponto de relevo, consiste em que ecossistemas diferentes fornecem distintos serviços de ecossistema, existindo compensações e sinergias entre os diferentes tipos de serviços e ecossistemas, funcionando muitas vezes como um puzzle em que cada peça encaixa na outra, contribuindo para um bem-estar ambiental, mas também socioeconómico. Por exemplo, a conversão de floresta para agricultura reduz o fornecimento de madeira e,

potencialmente, o fluxo de água, mas aumenta a produção de alimentos a partir de culturas.

Segundo a CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) pode-se classificar os serviços de ecossistema em três categorias (CICES, 2019) (Tabela 1 e 2). Os benefícios que advêm dos ecossistemas são conferidos em muitas escalas e para um número de beneficiários diferentes. Frequentemente os SE são a base para os modos de vida rurais e de subsistência, particularmente para os mais pobres. No entanto, não são os mais pobres que possuem a responsabilidade de preservar e de manter a integridade dos SE, uma vez que os SE possuem enorme impacto nas comunidades humanas, nomeadamente de um ponto de vista socioeconómico (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) (Fig. 2).

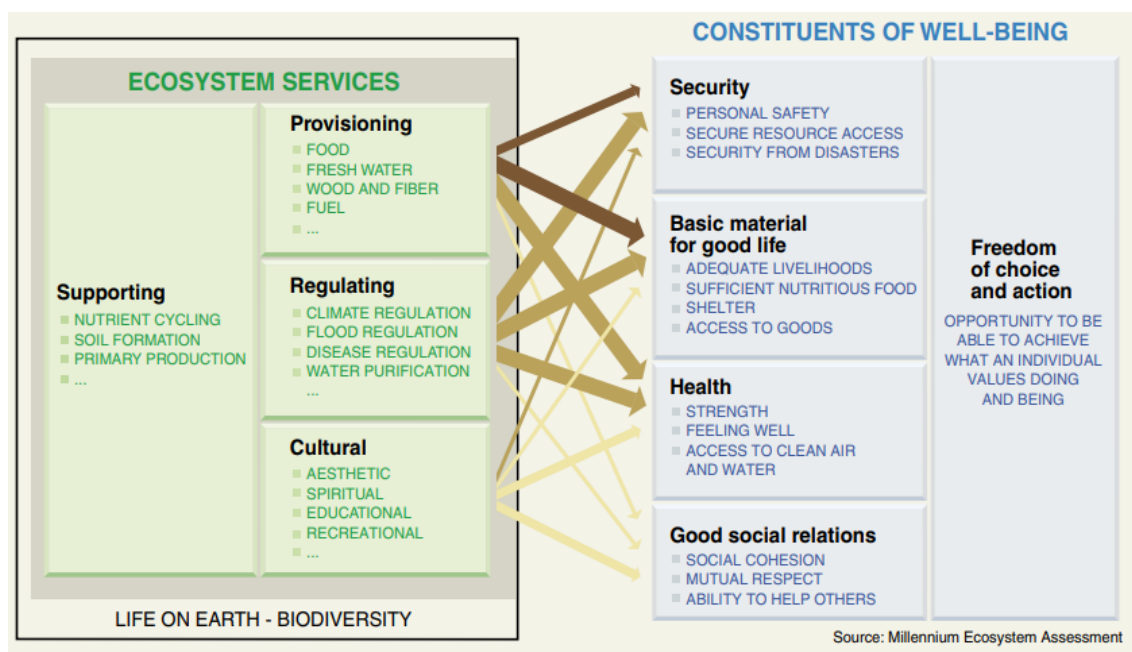


Fig.2: Relação entre os Serviços de Ecossistema e o bem estar socioeconómico (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

Legenda:

A cor significa impactes em fatores socioeconómicos: Baixo Médio Alto
Intensidade das ligações entre SE e o bem-estar Humano: Fraco Médio Alto

Tabelas 1 e 2 – Resumo da estrutura correspondente aos primeiros três níveis da classificação CICES (secção, divisão e grupo) relativa aos serviços bióticos e abióticos.

Serviços bióticos			
Secção	Divisão	Grupo	
Provisionamento	Biomassa	Plantas terrestres cultivadas	Para nutrição, materiais e energia
		Plantas aquáticas cultivadas	
		Animais de criação	
		Animais aquáticos de criação	
		Plantas selvagens (aquáticas e terrestres)	
		Animais selvagens (aquáticos e terrestres)	
	Material genético	De plantas, algas ou fungos	
	De animais		
Outros	Outros		
Regulação e Manutenção	Transformação de componentes bioquímicos e físicos que entram no ecossistema	Mediação de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogénica, através de processos vivos	
		Mediação de perturbações de origem antropogénica	
	Regulação de condições físicas, químicas ou biológicas	Regulação de fluxos basais e eventos extremos	
		Manutenção do ciclo de vida, proteção do habitat e do <i>gene pool</i>	
		Controlo de pestes e doenças	
		Regulação da qualidade do solo	
		Condições da água	

Culturais		Condições e composição atmosférica
	Outros	Outros
	Interações diretas, <i>in-situ</i> e ao ar livre com sistemas vivos, dependente da presença no ambiente	Interações físicas e experienciais
		Interações intelectuais e representativas
	Interações indiretas, remotas e <i>indoor</i> com sistemas vivos, que não requerem presença no ambiente	Interações espirituais, simbólicas e outras
		Outras características bióticas que têm valor que não é derivado do uso
	Outras características de sistemas vivos com significância cultural	Outros

Serviços abióticos			
Secção	Divisão	Grupo	
Provisionamento	Água	Água superficial	para nutrição, materiais ou energia
		Água subterrânea	
		Outros	
	Produtos naturais não aquosos que saem do ecossistema	Substâncias minerais	para nutrição, materiais ou energia
		Substâncias não-minerais	
		Outros	
Regulação e Manutenção	Transformação de componentes bioquímicos e físicos que entram no ecossistema	Mediação de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogénica, através de processos vivos	
		Mediação de perturbações de origem antropogénica	
		Regulação de fluxos basais e eventos extremos	

	Regulação de condições físicas, químicas ou biológicas	Manutenção de condições abióticas físicas e químicas
	Outros	Outros
Culturais	Interações diretas, <i>in-situ</i> e ao ar livre com sistemas físicos naturais, dependente da presença no ambiente	Interações físicas e experienciais
		Interações intelectuais e representativas
	Interações indiretas, remotas e <i>indoor</i> com sistemas físicos, que não requerem presença no ambiente	Interações espirituais, simbólicas e outras
		Outras características bióticas que têm valor que não é derivado do uso
	Outras características abióticas de natureza com significância cultural	Outros

As inovações e avanços tecnológico-científicos apresentaram um crescimento exponencial. A partir da revolução industrial até aos nossos dias, não obstante a extrema importância que este avanço tecnológico trouxe, começou a ser exercida uma pressão cada vez mais intensa sobre os ecossistemas. Essa pressão têm vindo a fazer mudanças sem precedentes na estrutura dos mesmos, uma vez que na maioria dos casos é nos ecossistema que encontramos recursos naturais para atender às crescentes demandas tais como alimentos, água doce, fibras e energia (Freeman & Louçã, 2002; Kasa, 2008). Essas mudanças ajudaram a melhorar a qualidade de vida das pessoas, mas ao mesmo tempo enfraqueceram a capacidade da natureza de prestar outros serviços essenciais, como a purificação do ar e da água, a proteção contra desastres e o fornecimento de matérias primas para medicamentos (Kasa, 2008).

A tendência geral é que as pressões sobre os ecossistemas aumentem globalmente nas próximas décadas, a menos que haja uma alteração nas atitudes e nas ações humanas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). A necessidade de mudar o paradigma leva a que seja imprescindível a necessidade de mudar o contexto em que as decisões económicas, políticas e sociais são tomadas, de modo a incutir metodologias que permitam a integração de SE na tomada de decisões. Segundo a *Millennium Ecosystem Assessment* existem 4 pontos fulcrais onde é preciso um trabalho efetivo de modo a mudar o paradigma:

- Alterar o contexto económico para a tomada de decisões
 - Garantir que o valor de todos os serviços de ecossistema, e não apenas daqueles comprados e vendidos no mercado, seja levado em conta ao tomar decisões
 - Remover subsídios à agricultura, pesca e energia que causem danos às pessoas e ao meio ambiente
 - Introduzir pagamentos aos proprietários de terras em troca de uma gestão das suas terras com vista a proteção dos serviços de ecossistema, como a qualidade da água e o armazenamento de carbono, que são valiosos para a sociedade.
 - Estabelecer mecanismos de mercado para reduzir as emissões de nutrientes e as emissões de carbono da maneira mais económica possível
- Melhorar a política de planeamento e gestão

- Integrar a tomada de decisões entre diferentes departamentos e setores, bem como das instituições internacionais, a fim de assegurar que as políticas sejam focadas na proteção dos ecossistemas
- Incluir uma gestão sólida dos serviços de ecossistema em todas as decisões de planeamento regional e nacional e nas estratégias de redução da pobreza
- Capacitar grupos indígenas para influenciar as decisões que afetam os serviços de ecossistema, e reconhecer em lei a posse de recursos naturais pelas comunidades locais
- Estabelecer áreas protegidas adicionais, particularmente em sistemas marinhos, e fornecer maior apoio financeiro e de gestão àqueles que já existem
- Usar todas as formas relevantes de conhecimento e informação sobre os ecossistemas na tomada de decisões, incluindo o conhecimento de grupos locais e indígenas.
- Influenciar o comportamento individual
 - Fornecer educação pública sobre o porquê e como reduzir o consumo de serviços de ecossistema ameaçados
 - Estabelecer sistemas de certificação confiáveis para dar às pessoas a opção de comprar produtos colhidos de forma sustentável
 - Dar às pessoas acesso a informações sobre ecossistemas e decisões que afetam seus serviços
- Desenvolver e usar tecnologia amiga do ambiente
 - Investir em ciência e tecnologia agrícola com o objetivo de aumentar a produção de alimentos com o mínimo de compensações prejudiciais
 - Restaurar ecossistemas degradados
 - Promover tecnologias para aumentar a eficiência energética e reduzir as emissões de gases de efeito estufa

1.2.1. Serviços de Ecossistema em contexto de Avaliação de Impacte Ambiental

A inclusão dos SE num processo de avaliação de impacte ambiental, permite que a avaliação seja relacional e integrativa, fazendo com que se relacionem entre si diferentes áreas de conhecimento (Baker, Sheate, Phillips, & Eales, 2013). Esta integração acrescenta inúmeras vantagens tais como (Honrado et al., 2013; Landsberg, Treweek, Stickler, Henninger, & Venn, 2013a; Rosa & Sánchez, 2016; Sloomweg, Rajvanshi, Mathur, & Kolhoff, 2009):

- Facilitar a identificação e análise dos impactes nos componentes sociais, biofísicos e naturais (devido à forte conexão que existe entre serviços de ecossistema e os sistemas socioeconómicos),
- Consolidar o processo de determinação da significância do impacte, fazendo com que seja possível propor medidas de mitigação que sejam mais efetivas e, a simplificação da tradução de impactes de natureza biofísica em socioeconómicos, facilitando deste modo a comunicação com os decisores e *stakeholders*.

A inclusão dos serviços de ecossistema num processo de AIA, é um passo em frente no que diz respeito à sustentabilidade, uma vez que nos permite depreender não só sobre o pilar ambiental, mas também sobre os outros dois pilares: económico e social (Braat & de Groot, 2012) (Fig. 3).

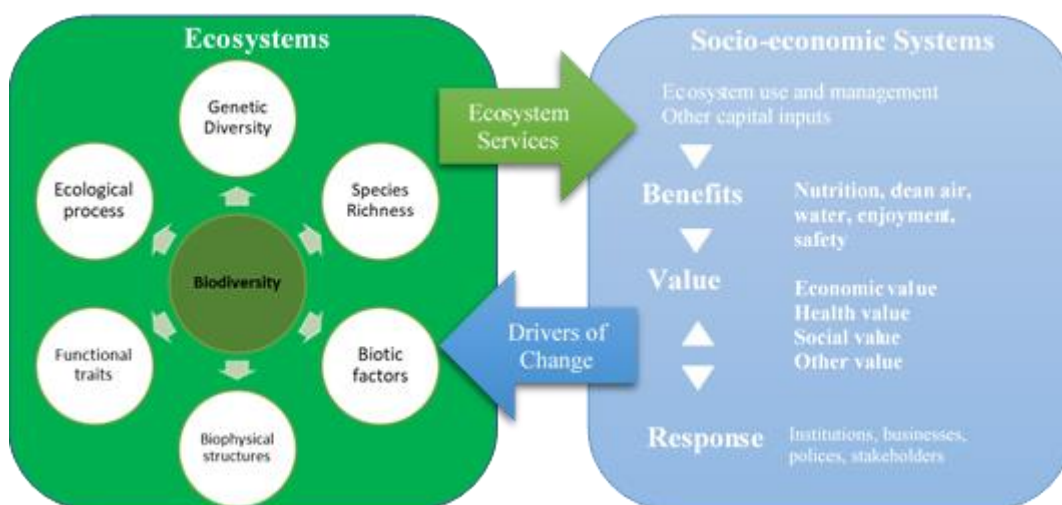


Fig.3: Relação entre os Ecossistemas e os sistemas socioeconómicos adaptado de (Maes et al., 2013)

Apesar de todas as vantagens associadas ao uso dos serviços de ecossistema num mecanismo de avaliação de impactes ambientais, existem ainda muitas questões que necessitam de resposta, tais como: a dificuldade na coleta de dados a múltiplas escalas, a quantificação do fornecimento de serviços e a implementação de medidas de mitigação e monitorização de forma integrada. Muita destas dificuldades devem-se ao facto de não haver um entendimento comum de serviços de ecossistema (Baker et al., 2013; Diehl, Burkhard, & Jacob, 2016; Fischer, 2016; Rosa & Sánchez, 2016).

1.2.2. Serviços de Ecossistema em Estudos de Impacte Ambiental: revisão da literatura

Na última década tem-se verificado um aumento no que diz respeito aos trabalhos científicos de modo a tornar válido o uso dos serviços de ecossistema como ferramenta de avaliação de impactes. Atualmente é urgente harmonizar terminologias, sistemas de classificação, métodos de investigação e requisitos relativos à elaboração de relatórios (Guerry et al., 2015; Wong, Jiang, Kinzig, Lee, & Ouyang, 2015). A verdade, é que apesar dos muitos estudos que têm vindo a surgir, e do trabalho e interesse científico ser crescente, existe ainda uma falta de guias e exemplos que permitam aplicar os SE ao processo de AIA, bem como de diretrizes que tornem obrigatório o implementar deste tipo de metodologias, o que revela um claro distanciamento no que diz respeito ao conhecimento científico e ao poder legislativo (Diehl et al., 2016; Fischer, 2016).

Documentos como *Voluntary Guidelines on Biodiversity-Inclusive Impact Assessment*, desenvolvido na sequência da Convenção sobre Diversidade Biológica, em 2006, que propôs algumas diretrizes sobre a integração dos SE no processo de AIA, são um exemplo. Estas orientações levaram ao surgimento de várias novas abordagens para incorporação dos SE em AIA (Honrado et al., 2013). Na revisão efetuada neste trabalho foram encontradas poucas metodologias que permitissem incorporar SE num AIA, em ecossistemas específicos, como por exemplo as florestas, geralmente nos casos em que havia algum tipo de especificação, esta referia-se ao tipo de projeto e não ao tipo de ecossistema. Deste modo torna-se evidente a importância deste trabalho, uma vez que se propõe, não só realizar uma avaliação no que diz respeito ao emprego dos SE em AIA em Portugal, mas também à criação de um guia metodológico aplicado a um ecossistema concreto, a floresta de *Quercus sp.* uma vez que este ecossistema possui uma extrema importância de um ponto de vista ambiental, social e económico.

1.2.3. Alterações climáticas e Serviços de Ecossistema

A crescente pressão antrópica exercida sobre os ecossistemas e sobre os serviços que estes prestam à humanidade, tem vindo a ser potenciada pela problemática crescente das alterações climáticas (Schroter, 2005). Segundo o relatório de síntese da *Millennium Ecosystem Assessment*, (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) 60% dos serviços e dos benefícios sociais que advêm dos ecossistemas, diminuíram num espaço de 50 anos. A face mais visível desta problemática reflete-se na extinção de espécies que, segundo a IUCN *Red list*, são já mais de 900 espécies extintas desde 1500. No entanto não são só populações que se perdem, a verdade é que estão-se a perder comunidades de ecossistemas que têm um enorme impacto na capacidade dos ecossistemas para fornecerem um determinado serviço (Mooney et al., 2009).

Nas últimas décadas, os ecossistemas formados pelos biomas de florestas mediterrânea e temperada, que constituem uma grande parte dos biomas presentes em Portugal, perderam 75% da sua área, devido a pressão antrópica e às alterações climáticas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). No futuro, prevê-se que os crescentes níveis de CO₂, bem como as alterações climáticas que daí advêm, vão continuar a afetar diretamente e indiretamente os seres vivos, sendo que esta combinação de efeitos diretos e indiretos faz das alterações climáticas um problema sério e gravíssimo que afeta os ecossistemas e o seus serviços (Mooney et al., 2009). Segundo o Instituto Português do Mar e Atmosfera, tendo em conta os diferentes cenários simulados (RCP 4,5 menos grave e o RCP 8,5 mais grave) as alterações climáticas vão ter forte impacto em Portugal, aumentando a temperatura e diminuindo regra geral os níveis de precipitação anual, e aumentando a frequência de fenómenos atmosféricos extremos.

O aumento da pressão nos ecossistemas devido aos efeitos das alterações climáticas em Portugal, vai fazer com que muitos ecossistemas, nomeadamente os ecossistemas florestais, sejam perdidos, ou substituídos por outros (Nunes, Meireles, Gomes, & Ribeiro, 2019), levando a que os serviços de ecossistema que eram prestados por estes sejam perdidos. Estas alterações previstas exigem que sejam tomadas medidas que permitam reduzir o risco e o impacte destas alterações climáticas no nosso país. É assim crucial, desenvolver metodologias que implementem e relacionem serviços de ecossistema e alterações climáticas nos processos de tomada de decisão, nomeadamente em AIA, de modo assegurar a preservação e conservação dos ecossistemas e dos seus serviços a médio e longo prazo (Mooney et al., 2009).

1.3. Floresta e os serviços de ecossistema em Avaliação de Impacte Ambiental

Em Portugal, a floresta é o ecossistema terrestre que ocupa maior área (ICNF, 2013) e que alberga a maior quantidade de biodiversidade. Uma grande quantidade de serviços de ecossistema, como por exemplo a regulação climática, o controlo climático e de erosão do solo, a produção de madeira e alimentos, zonas de lazer entre muitos outros, são também fornecidos por este ecossistema, podendo estes benefícios ser obtidos de forma direta ou indireta (TEEB, 2010). No entanto, apesar da sua importância é também o ecossistema que sofre a maior pressão antrópica, sujeito à execução de determinados projetos e alterações no uso de solo, bem como à influência das alterações climáticas.

Uma das problemáticas no que diz respeito aos serviços de ecossistema é que estes quando não são de produção muitas vezes tendem a ser menosprezados, uma vez que não possuem um valor económico concreto, ao contrário dos serviços de provisionamento (San-Miguel-Ayanz et al., 2016). As crescentes ameaças relacionadas com as alterações climáticas e com a pressão antrópica nos ecossistemas, faz com que seja de extrema importância a criação de uma metodologia que permita melhorar os mecanismos de tomada de decisão, nomeadamente o mecanismo de AIA. Uma das metodologias que pode ser abordada é a integração de modo eficaz dos serviços de ecossistema num EIA a fim de salvaguardar a integridade dos ecossistemas presentes em Portugal, nomeadamente as florestas autóctones.

1.3.1. Evolução Florestal na Península Ibérica e em Portugal

A composição da floresta na Europa, e em Portugal sofreu, ao longo das eras, inúmeras modificações no que diz respeito a sua composição, estrutura e funcionalidades, principalmente em resposta às inúmeras flutuações no clima, provocadas pelas alterações climáticas. Em escalas de tempo mais recentes, também se verificaram mudanças na composição florestal, não só devido a fatores climáticos, mas também devido a fatores antrópicos, muitas vezes potenciadas por incêndios (San-Miguel-Ayan, J., de Rigo, D., Caudullo, G. & T., Mauri, 2016).

O coberto florestal de Portugal, consegue ser estudado e datado cronologicamente desde o período Mioceno (aproximadamente 23 milhões de anos atrás) até aos dias de hoje (Pais, 1989). No Mioceno, os tipos de vegetação dominante eram do tipo tropical, no entanto, mesmo antes das atividades antropópicas, ocorreram

mudanças na estrutura florestal devido às inúmeras alterações climáticas que ocorreram ao longo do tempo (Pais, 1989, 1996). No período paleogénico, as florestas eram de características tropicais dominadas na sua maioria por espécies das famílias Lauraceae, Fagaceae e Juglandaceae. Esta presença de florestas tipicamente tropicais estendeu-se até ao período do cretáceo superior (Barrón et al., 2010). O arrefecimento que ocorreu no final do paleoceno levou ao aparecimento de novas espécies, nomeadamente em habitats característicos de regiões mais montanhosas e também de galerias ripícolas. Este período de arrefecimento levou também à dispersão das florestas de folha caduca e das florestas de coníferas, que se encontravam anteriormente mais restritas a latitudes elevadas, fazendo com que as florestas tropicais tenham sofrido uma redução (Robinson, 2009).

No Plioceno ocorreu a extinção da maioria das espécies termófilas e um aumento de espécies mediterrâneas, nomeadamente *Quercus*, *Olea* e *Ericaceae* (Barrón et al., 2010; Vieira, Poças, & Pais, 2011). Algumas espécies termófilas, do género *Laurus* sp., conseguiram sobreviver à extinção, encontrando-se presentes ainda hoje num “santuário” chamado floresta Laurissilva, que se encontram atualmente restrita às ilhas dos Açores e Madeira. No período Pleistoceno, ocorreram inúmeras mudanças no que diz respeito às comunidades de flora e fauna do planeta, algo que teve o seu maior expoente na última era glacial que ocorreu neste período há cerca de 22000 anos. Os impactes mais significativos deste período dizem respeito a uma alteração na composição das comunidades, bem como à descida, em altura e em latitude, dos limites onde as espécies arbóreas podiam proliferar. Foi nesta altura, devido aos sucessivos períodos de arrefecimento e de seca, que as espécies dos géneros *Pinus*, *Castanea* e *Fagus*, chegaram à península ibérica (Barrón et al., 2010). No período que se seguiu, o Holoceno, ocorreu uma subida da temperatura, com ocorrência de períodos de arrefecimentos pontuais, mas extremos. Neste período começaram a surgir as primeiras comunidades não caçadoras recolectoras, que rapidamente começaram a possuir um papel nas mudanças no coberto florestal, devido à necessidade de produção de alimentos, e também devido à necessidade de obter matéria prima, primeiramente diminuto mas que rapidamente se tornou cada vez mais significativo (Van der Knaap & Van Leeuwen, 1995). As florestas formadas por carvalhos, por folhosas, por pinheiros e por vegetação ripária, que predominavam na península ibérica, foram sofrendo desflorestação desde 3000 a.c., sendo que as florestas de carvalho presentes junto à costa foram as primeiras a sofrer uma forte pressão, que se alargou rapidamente até ao interior do país. Esta aperto sobre a floresta, prolongou-se no período de ocupação

muçulmana (Reboredo & Challenges, 2014; Reboredo & Pais, 2014). Todos os povos que habitaram a península ibérica desde os romanos até aos muçulmanos, necessitavam de produtos oriundos da floresta, nomeadamente madeira, para poderem subsistir. As mudanças que foram introduzidas pelo o Homem tornaram-se um fator cada vez mais preponderante, aliando-se às alterações climáticas, como fatores chave que definem a distribuição do coberto vegetal (Aranbarri et al., 2014; Pinto, Aguar, & Partidário, 2010).

Portugal é um país que, desde a sua fundação, esteve sempre ligado a atividades marítimas, uma vez que possui uma larga extensão de costa. A necessidade de obtenção de matéria prima para estas atividades, faz com que haja uma ligação muito próxima e estreita com a floresta existente, uma vez que é a partir desta que se obtém a matéria prima necessária (Reboredo & Pais, 2014). Nos séculos seguintes ocorreu uma expansão demográfica, o que alargou a pressão sobre a floresta, levando a alterações profundas na composição florestal do país (Reboredo & Pais, 2014). Neste período, as florestas de *Quercus sp.*, dominavam a paisagem de Portugal continental. A norte do Rio Tejo dominavam espécies de carvalhos de folha caduca (*Quercus robur*, L., *Quercus pyrenaica*, Willd.), e de folha marcescente (*Quercus faginea*, Lam.) enquanto que a sul do Rio Tejo, dominavam as espécies de folha perene (*Quercus suber*, L. e *Quercus rotundifolia*, Lam.), bem como áreas extensivas de *Pinus pinea*, L.. Além destas espécies claramente dominantes, encontravam-se também espécies do género *Betula spp.*, *Corylus spp.*, *Alnus spp.*, *Populus spp.*, *Salix spp.*, *Myrica spp.* Algumas espécies foram ainda sendo introduzidas devido ao seu valor dum ponto de vista agrícola, tais como *Olea spp* e *Prunus spp* (Pais, 1989, 1996). Atualmente, as florestas virgens de Portugal continental quase desapareceram. As montanhas do Norte sofreram uma das mais fortes pressões, devido a pastagens, mesmo nas zonas mais altas. Incêndios promovidos por pastores, exploração mineira, especialmente durante a ocupação romana, construção naval, exploração agrícola, expansão demográfica e evolução tecnológica e, mais tarde, a introdução de espécies exóticas, arruinaram a cobertura florestal. Permanece ainda da vegetação primitiva, provavelmente, apenas a que existirá em encostas abruptas de algumas áreas montanhosas (Biro, 2004).

1.3.2. Influências Biogeográficas na distribuição das espécies

Portugal encontra-se inserido na região mediterrânea, sendo que só uma pequena faixa do território se encontra na zona atlântica (Fig. 4), o que origina que a flora que se encontra em território nacional possua uma grande influência mediterrânea, nomeadamente na parte mais a sul do território. No entanto, mesmo no norte do país encontramos espécies, como por exemplo *Quercus suber*, comuns na região nordeste do território, e *Quercus rotundifolia* encontrados na região do Minho (litoral norte até ao Rio Douro), o que permite inferir que estas espécies apesar de características tipicamente mediterrâneas se espalharam por todo o território, quando as condições climáticas foram favoráveis (Costa, Aguiar, Capelo, Lousã, & Neto, 1998).

A região que se encontra com influência atlântica é denominada de sub-região Atlântica-Medioeuropeia, sendo caracterizada por possuir um clima temperado e chuvoso, sem uma estação seca clara. As formações climáticas mais representativas desta região são os bosques de árvores de folhas brandas, planas, grandes e caducas, como os carvalhos (*Quercus* subgen. *Quercus*), as faias (*Fagus* sp.), os vidoeiros (*Betula* sp.), os freixos (*Fraxinus* sp.), e os bordos (*Acer* sp.). A vegetação de montanha e alta montanha pode ser constituída por bosques de coníferas, de que são exemplo em Portugal os zimbrais de *Juniperus communis* que ocorrem nas zonas alpinas das serras do Gerês e da Estrela (Costa et al., 1998).

A Região Mediterrânica é caracterizada por possuir um clima em que escasseiam as chuvas no Verão, podendo, no entanto, haver excesso de água nas outras estações. Nesta região, desde que o clima não seja extremamente frio (devido à altitude) ou seco, observam-se bosques e matagais de árvores e arbustos de folhas planas pequenas, coriáceas e persistentes (esclerófilas), como sejam diferentes *Quercus* spp. como a azinheira (*Quercus rotundifolia*), o sobreiro (*Quercus suber*) e o carrasco (*Quercus coccifera*), entre outras espécies. Esta região engloba duas sub-regiões: Mediterrânica Ocidental e Mediterrânica Oriental. Portugal encontra-se maioritariamente na região Mediterrânea no entanto uma pequena faixa de território a NO encontra-se na região Atlântica (Costa et al., 1998) (Fig. 4).



Fig.4: Regiões Biogeográfica de Portugal Continental. Retirado de: http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/rn2000/resource/doc/implement/reg-biogeog-terr/image_view_fullscreen.

1.3.3.Composição atual da floresta em Portugal

Segundo o último inventário nacional da floresta (IFN6), elaborado pelo ICNF, que tem dados de 2010, o território florestal em Portugal continental é representado por uma superfície de cerca de $3,155.10^3$ hectares, sendo que as espécies mais abundantes são o *Pinus pinaster* com uma área de cerca 714,000 hectares, *Eucalyptus globulus* 812,000 hectares e o *Quercus suber* 737,000 hectares. correspondendo a cerca de 23, 26 e 23 %, respetivamente, da área de Portugal continental (ICNF, 2013) (Tabela 3).

Tabela 3: Variação na área ocupada pelos principais tipos de floresta em Portugal (ICNF, 2013)

Espécie dominante	1995	2005	2010
Pinheiro-bravo	977 883	795 489	714 445
Eucaliptos	717 246	785 762	811 943
Sobreiro	746 828	731 099	736 775
Azinheira	366 687	334 980	331 179
Carvalhos	91 897	66 016	67 116
Pinheiro-manso	120 129	172 791	175 742
Castanheiro	32 633	38 334	41 410
Alfarrobeira	2 701	4 726	5 351
Acácias	12 278	12 203	11 803
Outras folhosas	155 187	169 390	177 767
Outras resinosas	61 340	73 442	73 217

Pela análise da Tabela 3 consegue-se inferir que, apesar de um aumento global de área florestal, regra geral, esse aumento deve-se a um incremento na área florestal de

plantas exóticas, tais como o Eucalipto e a Acácia. Este aumento deve-se a uma falta de legislação para a regulamentação da florestação, iniciado no séc. XIX, onde foram iniciados inúmeros projetos para combater a extrema degradação da floresta nacional (Germano, 2004). Apesar das boas intenções, foram cometidos inúmeros erros nestes projetos, como a introdução de géneros não nativos, tais como *Fagus sylvatica*, *Pinus* sp. *Eucalyptus* sp. e *Acacia* sp. Esta introdução teve um impacto enorme sobre as comunidades autóctones, levando ao desaparecimento de muitas destas florestas (Pinto da Silva, 1991). Por outro lado, devido aos incêndios que têm vindo a assolar o país, nomeadamente em florestas onde predomina *Pinus pinaster*, e que proporcionam uma oportunidade para os eucaliptos e as acácias se propagarem.

1.4. Floresta de carvalho

As espécies de *Quercus* sp, presentes no território nacional, podem ser divididas em 2 grupos: *Quercus* de folha caduca (*Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*), que se encontram, geralmente, distribuídos acima do rio Tejo (Costa et al., 1998); e *Quercus* de folha perene (*Quercus suber* e *Quercus rotundifolia*) que são encontrados, maioritariamente, a sul do rio Tejo, com exceção da região nordeste do país, Trás os Montes, onde é possível também encontrar estas espécies com alguma facilidade (Costa et al., 1998). Existem ainda outras espécies de *Quercus*, presentes no território continental, tais como *Quercus canariensis*, *Quercus faginea*, espécie nativa da Península Ibérica, e *Quercus concifera*, com menor distribuição e abundância. Estas espécies são associadas a serras no sul do país, na Serra da Arrábida, no caso do *Quercus concifera*, e na Serra de Monchique, no caso do *Quercus canariensis* (Fig. 5).

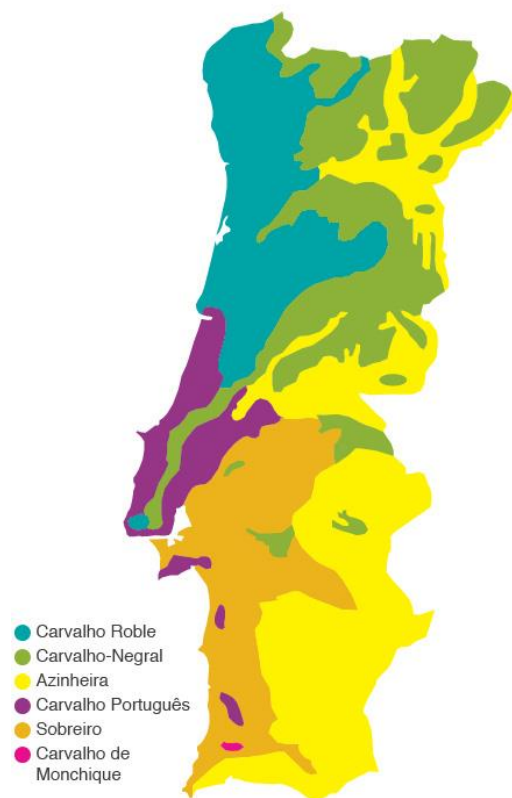


Fig.5: Distribuição das espécies de *Quercus*, presentes em Portugal. Retirado de: (<https://acervo.publico.pt/floresta-em-perigo/floresta>)

1.4.1. Carvalho-roble, *Quercus robur*

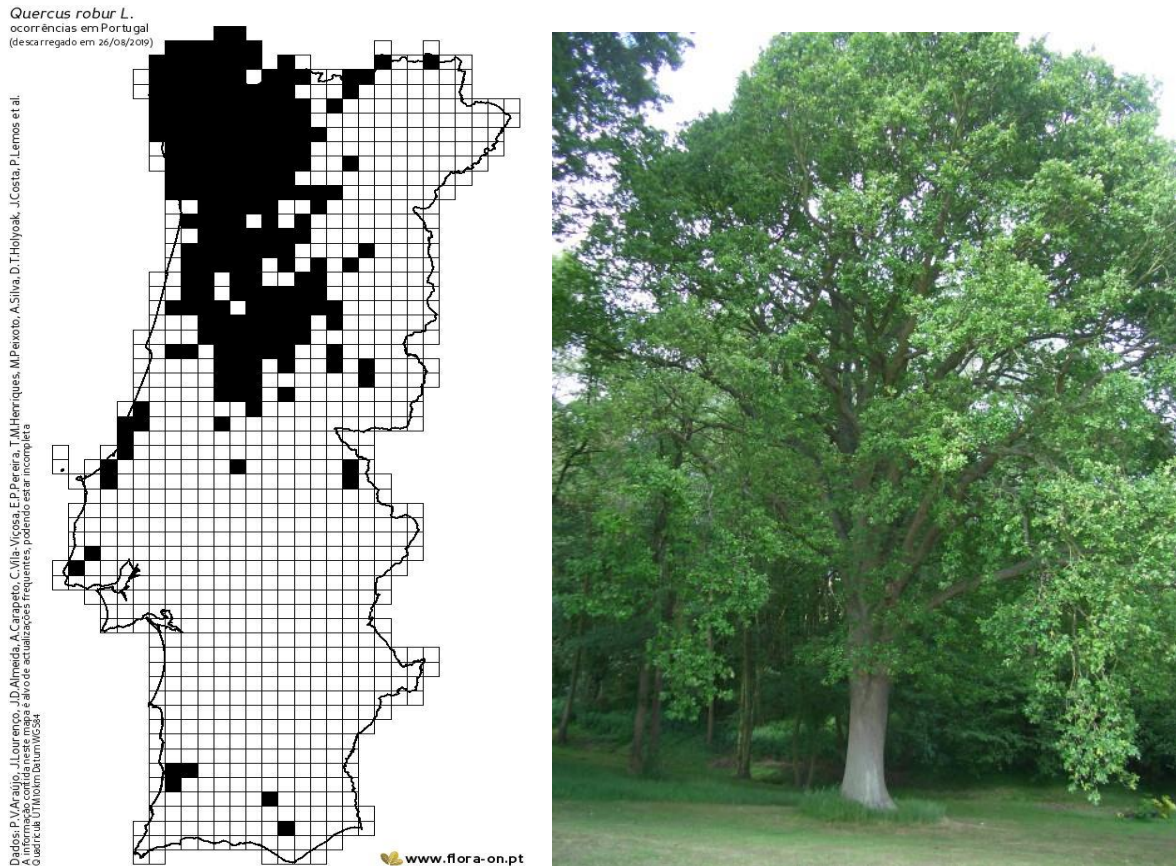


Fig. 6 e Fig.7: Distribuição de *Quercus robur* presentes em Portugal e exemplar de *Quercus robur* (Araújo et al. 2019, English Country Garden, 2016)

As florestas de *Q. robur* (Fig.6 e Fig.7.) são caracterizadas pela existência de árvores de grandes dimensões, de folha caduca, que conseguem atingir elevada longevidade (mais de 1000 anos em alguns casos) e dimensões superiores a 40 m de altura e 3 m de diâmetro, apesar de em média, não ultrapassem os 30 m de altura e 1 m de diâmetro. Esta espécie, tal como outras do género *Quercus*, possui uma grande variabilidade morfológica. Os troncos desta espécie são frequentemente de cor cinzenta, fissurados, formando blocos alongados, retangulares. As folhas são simples, obovadas-oblongas e profunda e irregularmente lobuladas, com pedúnculo curto (2-7 mm). Estes carvalhos são monoicos, sendo que a polinização se dá principalmente por ação de agentes mecânicos, como o vento. O fruto desta árvore é a bolota, que pode possuir formas muito variadas, mas que normalmente se apresentam aos pares (San-Miguel-Ayanz et al., 2016). É ainda de salientar a relação biótica que esta espécie apresenta com muitas espécies de mamíferos e aves, nomeadamente o gaio dos carvalhos (*Garrulus*

glandarius) que possui um papel preponderante na propagação da semente, uma vez que se alimenta quase em exclusivo de bolotas (Savill, 2013).

Distribuição: Este carvalho possui uma distribuição muito alargada encontrando-se compreendida entre as latitudes mais elevadas da Europa, países como Noruega, até países de influência mediterrânea como Portugal, Itália e Grécia. No que diz respeito ao limite de altitude esta espécie pode ser encontrada até cerca de 1300 m de altura.

Ecologia: *Quercus robur* é uma espécie bastante resistente, podendo ser encontrada numa grande amplitude de fatores ecológicos, sendo capaz de dominar florestas que não possuam altitudes elevadas. São consideradas espécies arbóreas pioneiras, uma vez que as suas bolotas possuem grandes reservas e também por serem capazes de sobreviver entre as ervas enquanto desenvolvem raízes suficientemente profundas para permitir o rápido crescimento de rebentos (Savill, 2013). Esta espécie possui ainda características que permitem resistir a períodos de frio extremo e de geadas, como desenvolver folha até ao fim do mês de março onde as temperaturas são mais elevadas, e também a existência de raízes profundas, que lhes permitem resistirem a períodos de vento forte, bem como o acesso a fontes de água mais profundas, em períodos de seca. Regra geral, esta espécie procura climas continentais, húmidos, com solos mais pesados ricos em minerais de argila (CABI, 2013).

Importância e serviços de Ecossistema: Desde tempos antigos, que os ecossistemas florestais (carvalhal) têm tido um papel fundamental no que diz respeito a fornecer matéria prima para a humanidade, não obstante para certos povos ser também considerada uma árvore mística de grande valor religioso e cultural (San-Miguel-Ayanz et al., 2016). Atualmente são atribuídos inúmeros serviços de ecossistema às florestas desta espécie, dentre os quais se destacam (ICNF, 2008).

- Serviços de Manutenção e regulação:
 - Sequestração de CO₂
 - Regulação Climática
 - Prevenção de fenómenos catastróficos
 - Regulação do ciclo da água
 - Retenção e formação de solo
 - Regulação do ciclo de nutrientes
 - Eliminação-reciclagem de resíduos

- Refúgio para a biodiversidade
- Serviços de Provisionamento
 - Produção de alimentos
 - Produção de madeira
- Serviços Culturais
 - Informação estética
 - Recreação
 - Informação artística e cultural
 - Informação espiritual e cultural
 - Educação e Ciência

Grau de Conservação e Ameaças: As florestas de *Quercus robur*, encontram-se num estado pré-climácico, devido a inúmeras ameaças, como por exemplo, exploração de madeira, fogo, corte para criar zonas de pasto, (ICNF, 2008)

1.4.2. Carvalho negral, *Quercus pyrenaica*

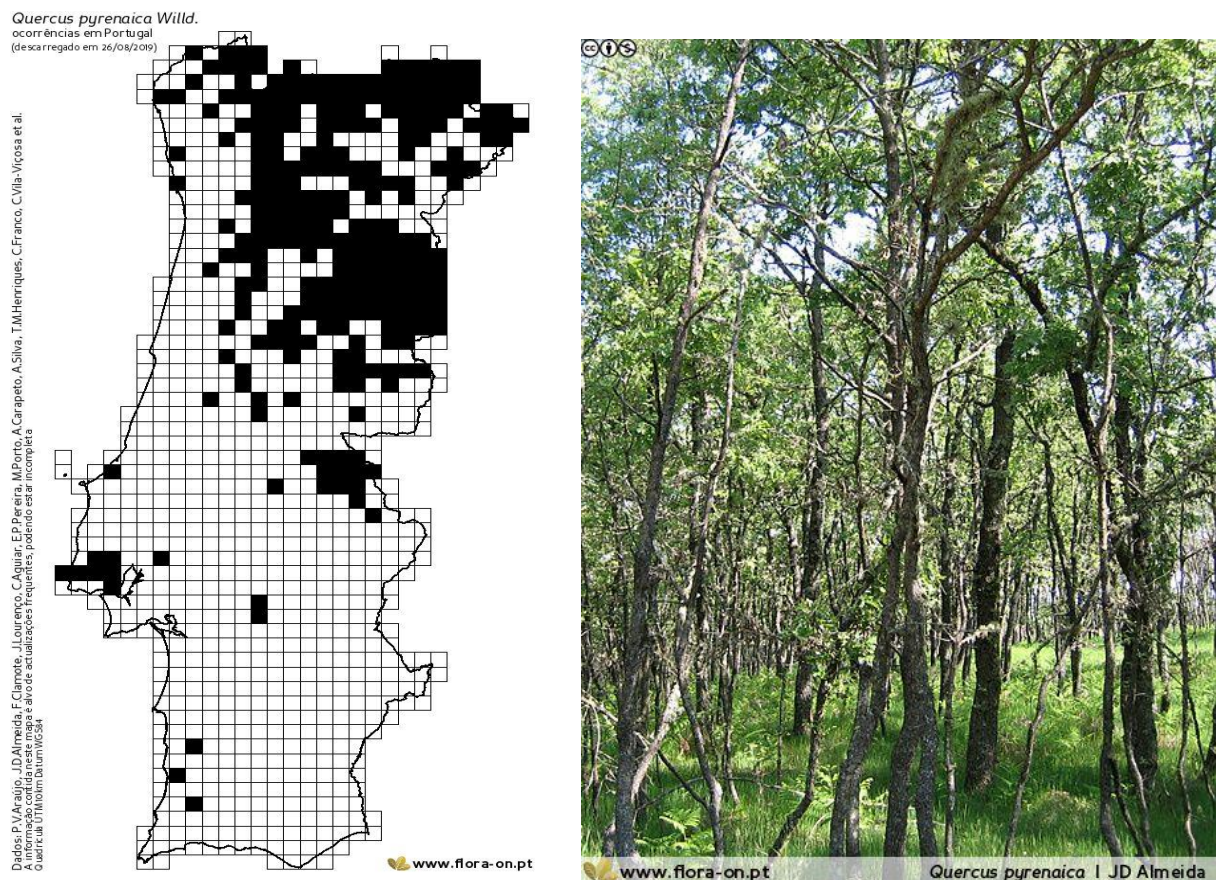


Fig.8 e Fig.9: Distribuição de *Quercus pyrenaica* presentes em Portugal e exemplar de *Quercus pyrenaica* (Araújo et al. 2019)

As florestas de *Quercus pyrenaica* (Fig.8 e Fig.9) são caracterizadas por possuírem espécimes de carvalho de tamanho médio, crescendo normalmente entre os 20 e os 25 m de altura. Apesar de ser uma espécie de folha caduca, a folha desta espécie só cai na primavera. O sistema radicular é forte, equipado com numerosas raízes secundárias rasas, espalhando-se e alcançando uma profundidade de 50 cm e a existência de uma “taproot” profunda, o que permite que a árvore possa atingir a água disponível em zonas profundas do solo, são duas adaptações a climas de características mais quentes. A canóia é irregular com muitas ramificações (Lopez Lillo, López Santalla, Madrid., & Obra Social, 2007; San-Miguel-Ayanz et al., 2016). As folhas são simples e alternadas, de tamanho variado, possuindo lóbulos irregulares profundos e pronunciados (4 a 8 pares), aveludados com pelos estrelados nas laterais, conferindo um aspeto cinza e auxiliando na resistência à seca periódica (Lorite, Salazar, Peñast, & Valle, 2008). É

uma espécie monoica, sendo as suas bolotas geralmente dispersas por mamíferos. A longevidade desta espécie é de cerca de 300 anos (Lopez Lillo et al., 2007).

Distribuição: Esta espécie está distribuída por todas as regiões atlântico-mediterrânicas ocidentais (França Ocidental, Portugal, Espanha e Marrocos do Norte) numa vasta gama de altitudes, desde o nível do mar até mais de 2000 m. Este carvalho é uma árvore intermediária entre espécies temperadas e mediterrâneas, crescendo predominantemente em áreas de montanha média, em solos siliciosos (Lorite et al., 2008).

Ecologia: Este carvalho é uma espécie de transição entre zonas temperadas sub húmidas e zonas semiáridas mediterrânicas. Um dos fatores que limita a sua distribuição é o facto de possuir uma estação de crescimento. Necessita de uma precipitação mínima de verão de cerca de 100 mm e de uma precipitação média anual em torno de 600 mm para crescer, o que faz com que evite zonas de secas extremas e prolongadas, nomeadamente no verão (Velasco Aguirre, 2014). As exigências desta espécie no que diz respeito à quantidade de água e a características do solo inserem esta espécie numa zona intermédia no que diz respeito a carvalhos puros de zonas atlânticas, e carvalhos puros de zonas mediterrâneas (Castano-Santamaria, Barrio-Anta, & Alvarez-Alvarez, 2013). Esta espécie prefere zonas montanhosas, principalmente com solos arenosos, soltos e siliciosos (Gonzalez, 2007). O facto de ser uma espécie de larga distribuição faz com que apresente uma grande variabilidade morfológica.

Importância e serviços de Ecossistema: Esta espécie, devido à sua grande capacidade de regeneração sempre foi usada em regime silvo-pastoral, para lenha e produção de carvão vegetal. Atualmente a madeira desta espécie continua a ser explorada, no entanto, devido à sua enorme importância de um ponto de vista paisagístico, formando florestas ricas em biodiversidade, esta espécie encontra-se protegida por legislação europeia (Velasco-Aguirre, 2014). Atualmente são atribuídos inúmeros serviços de ecossistema a floresta desta espécie dentre os quais se destacam (ICNF, 2008)

- Serviços de Manutenção e regulação:
 - Sequestração de CO₂
 - Regulação Climática
 - Prevenção de fenómenos catastróficos
 - Regulação do ciclo da água

- Retenção e formação de solo
 - Regulação do ciclo de nutrientes
 - Eliminação-reciclagem de resíduos
 - Refúgio para a biodiversidade
- Serviços de Provisionamento
 - Produção de alimentos
 - Produção de madeira
- Serviços Culturais
 - Informação estética
 - Recreação
 - Informação artística e cultural
 - Informação espiritual e cultural
 - Educação e Ciência

Grau de Conservação e Ameaças: As florestas de *Quercus pyrenaica* têm sofrido forte deterioração ao longo dos tempos, devido à ação antrópica, sobretudo ao corte para o estabelecimento de campos agrícolas, pastagens, para produzir carvão vegetal e à substituição por espécies mais atrativas economicamente, como o pinheiro (Calvo, Tárrega, & de Luis, 1999). A fragmentação de habitat, provocada pelo crescimento demográfico e o desenvolvimento tecnológico, bem como os incêndios, que têm sido cada vez mais frequentes na península ibérica, têm vindo a danificar fortemente as populações desta espécie (Calvo et al., 1999).

1.4.3. Azinheira, *Quercus rotundifolia*

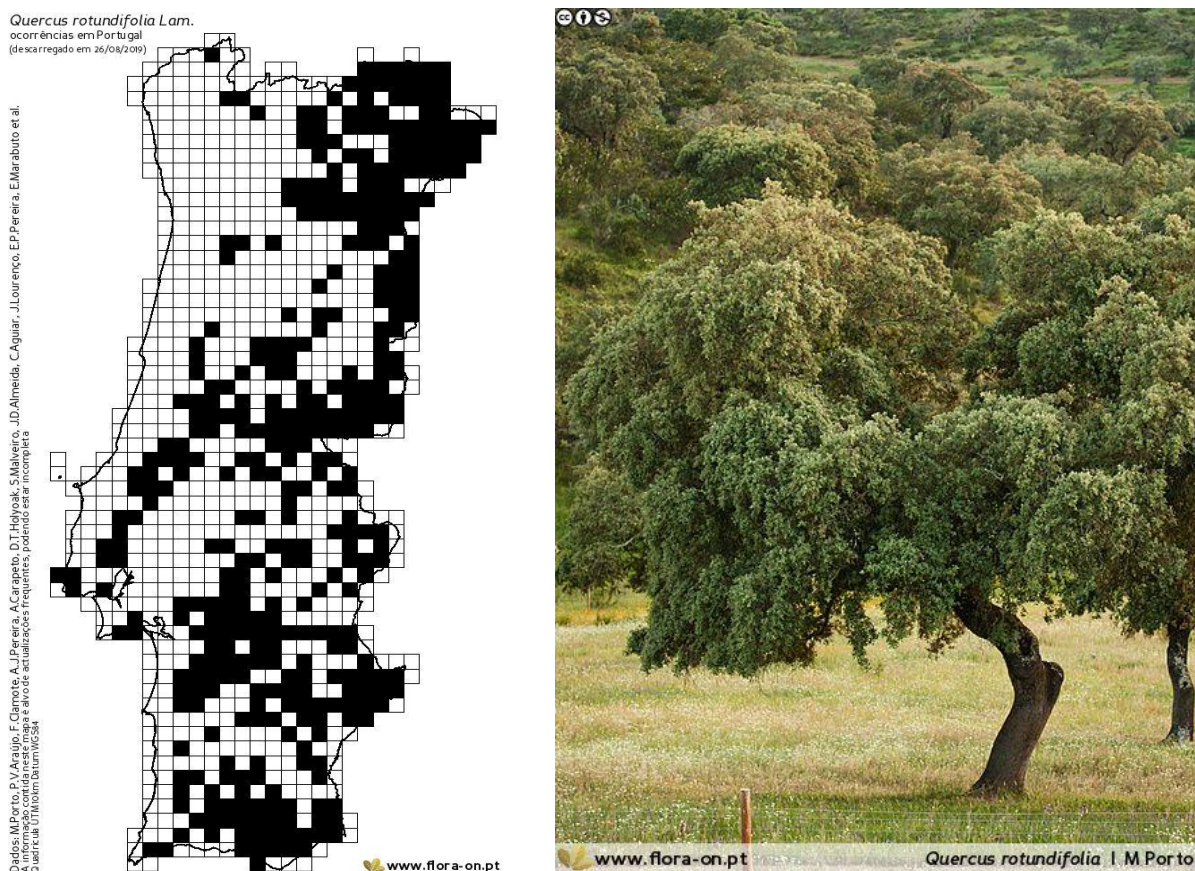


Fig.10 e Fig.11: Distribuição de *Quercus rotundifolia* em Portugal e exemplar de *Quercus rotundifolia* (Porto et al. 2019)

As florestas de *Quercus rotundifolia* (Fig.10 e Fig.11), frequentemente conhecido como azinheira, são caracterizadas por possuírem árvores de folha larga ou arbusto, que pode crescer até 25 m de altura e cerca de 2 m de diâmetro, podendo atingir longevidades de 1000 anos (CABI, 2013). A azinheira apresenta folhas coriáceas verde-escuras com o lado inferior lanoso e pequenas bolotas (De Rigo & Caudullo, 2016). É uma espécie monoica e apesar de ser uma espécie de folha perene, folhas novas podem aparecer no outono após verões muito secos (CABI, 2013). Na península ibérica, as florestas desta espécie de *Quercus*, são muitas vezes exploradas na forma de montado, que consiste num sistema agro-silva-pastoril, onde encontramos azinheiras e sobreiros afastados um dos outros, onde o gado pasta (De Rigo & Caudullo, 2016).

Distribuição: É uma espécie nativa da zona centro oeste da Bacia-Mediterrânea, onde é uma espécie dominante. Prospera em zonas de climas mediterrâneos, formando florestas extremamente ricas em biodiversidade. Em espectro

de altitude esta espécie é bastante tolerante podendo ser encontrada desde zonas costeiras até zonas de altitude de 2200 m (Romane & Terradas, 1992).

Ecologia: A azinheira é uma espécie que é bastante tolerante no que diz respeito a tipos de solo, clima e altitude, suportando solos que podem ir de áridos, em zonas com menores níveis de precipitação, a húmidos, em zonas que possuem elevados níveis de precipitação, até zonas de elevadas temperaturas até zonas de elevada altitude associadas a temperaturas baixas (Romane & Terradas, 1992). As folhas são de pequenas dimensões e coriáceas, tendo o lado inferior coberto por pelos brancos, estas características são típicas das espécies esclerofilas, permitindo reduzir a transpiração e melhorar a sua resistência à seca (De Rigo & Caudullo, 2016). Outra característica desta espécie é o facto de poder suspender as suas atividades vegetativas em períodos de seca extrema, reativando-os quando volta a ter água disponível (Del Favero, 2008).

Importância e Serviços de Ecossistema: Esta espécie não possui uma madeira muito atrativa, uma vez que esta é muito dura e difícil de ser trabalhada (CABI, 2013). Na Península Ibérica, esta espécie é gerida de um ponto de vista de ecossistema chamada de “montado” onde as árvores fornecem sombra para o gado, lenha de poda, locais de refúgio e de reprodução para um grande número de vertebrados, enquanto fornece também pastagem usado por vacas e ovelhas para produção de leite e carne, e ainda bolotas para alimentar porcos. Estes ecossistemas sustentáveis e ecológicos são geridos impedindo que outras plantas lenhosas invadam as pradarias (Lauw et al., 2013). Atualmente são atribuídos inúmeros serviços de ecossistema a floresta desta espécie dentre os quais se destacam (ICNF, 2008):

- Serviços de Manutenção e regulação:
 - Sequestração de CO₂
 - Regulação do ciclo da água
 - Retenção e formação de solo
 - Regulação do ciclo de nutrientes
 - Refúgio a biodiversidade
- Serviços de Provisionamento
 - Produção de madeira
 - Produção de Bolota
- Serviços Culturais
 - Informação estética
 - Informação espiritual e histórica
 - Educação e Ciência

Grau de Conservação e Ameaças: A maioria das áreas desta floresta encontra-se fortemente alterada devido a ação antrópica e também se verifica a presença de arbustos heliófilos. No entanto, esta espécie está extremamente ameaçada devido a inúmeros fatores tais como: alterações no uso do solo, incêndios, trânsito pedonal e de veículos, pastoreio extensivo sob coberto, planeamento florestal desadequado e as alterações climáticas uma vez que a zona mediterrânea está cada vez mais assolada por tempestades fortes com trovoadas e granizos, que danificam fortemente esta espécie.

1.4.4. Sobreiro, *Quercus suber*

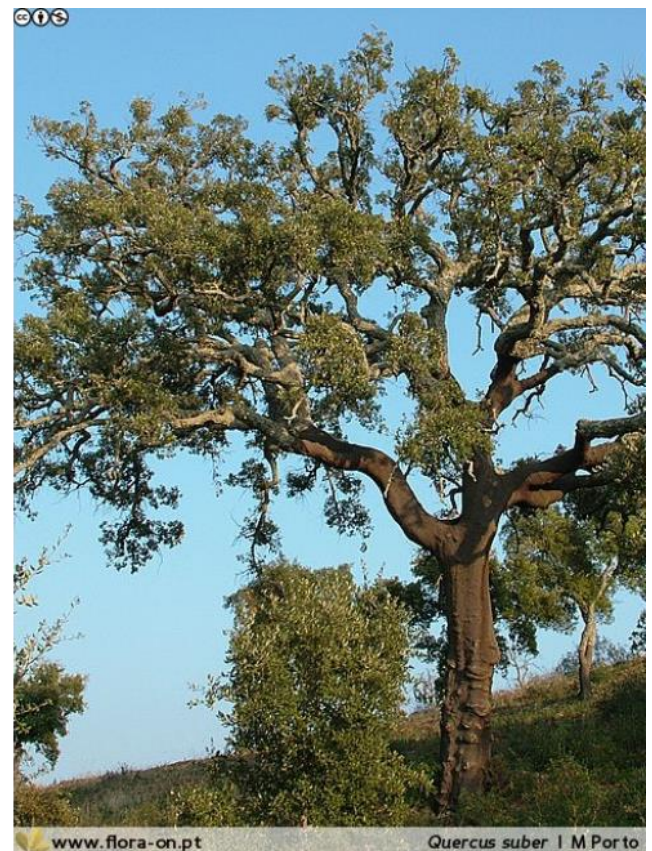
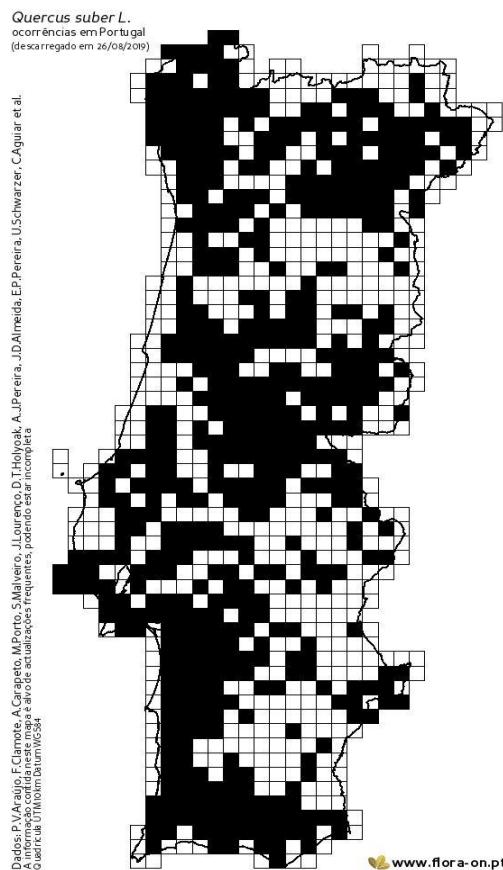


Fig.12 e Fig.13: Distribuição de *Quercus suber* em Portugal e exemplar de *Quercus suber* (Araújo, et al, 2019)

As florestas de *Quercus suber* (Fig.12 e Fig.13), árvore que têm como nome comum sobreiro, são caracterizadas por possuírem árvores de folha perene, e serem nativas da região mediterrânea. Esta espécie pode crescer até 20 m de altura, 1,5 m de diâmetro e ter uma longevidade de cerca de 200 anos (CABI, 2013). Uma das suas características mais representativas da espécie é a sua casca, chamada de cortiça, ser colhida periodicamente, e usada como matéria prima. No entanto, a casca é uma adaptação a climas quentes e secos uma vez que permite sobreviver a incêndios (Houston Durrant, de Rigo, & Caudullo, 2016). É uma espécie monoica cuja polinização deve-se principalmente por ação do vento. As folhas desta árvore são esclerofilas de cor verde na parte superior e acinzentada na parte inferior. O seu fruto é a bolota, que podem ter grandes variações no número em que são produzidas (Almeida, 2011).

Distribuição: As florestas desta espécie podem ser encontradas em quase todos os países de influência mediterrânea, não obstante a maioria das florestas

encontram-se na Península Ibérica. É ainda de salientar que esta espécie tem vindo a ser introduzida em outros países, fora da zona mediterrânea, com vista à exploração de cortiça (Allard et al., 2013).

Ecologia: O sobreiro é normalmente encontrado em floresta de povoamentos densos, ou abertos, ou ainda junto a outras espécies tais como o *Pinus pinaster*, ou a outras espécies de carvalho (Magri et al., 2007). Frequentemente encontra-se associado a ecossistemas agro-silva-pastoris, chamados de montado, onde árvores maduras e dispersas coexistem com um estrato de sub-bosque composto por pastagens e cultura de cereais (Almeida, 2011). O sobreiro demonstra preferência por temperaturas médias de 15 °C no entanto pode suportar temperaturas negativas não inferiores a -10 °C, o que restringe o seu limite de distribuição a norte e em altitude, não ultrapassando os 800 m (Almeida, 2011). No que diz respeito às condições do solo é capaz de suportar uma grande variedade de condições e de tipos de solo. Esta espécie possui um elevado número de adaptações a climas secos e quentes tais como, um sistema radicular extenso e profundo, e a capacidade de fechar os seus estomas permitindo restringir perdas de água (Almeida, 2011). No entanto, não é raro a presença desta espécie onde a precipitação abunda

Importância e Serviços de Ecossistema: Esta espécie é extremamente importante do ponto de vista económico, uma vez que a cortiça é muito procurada pelo homem como matéria prima, devido às suas propriedades, sendo um material leve, impermeável, retardante de fogo e quimicamente estável, (Allard et al., 2013). Estas florestas possuem um enorme valor de conservação (Bugalho, Caldeira, Pereira, Aronson, & Pausas, 2011), uma vez que fornecem uma enormidade de serviços de ecossistema, por estas razões muitos ecossistemas de montado encontram-se protegidos por legislação (Decreto-Lei nº155/2004, de 25 de Maio, do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, 2004). Atualmente são atribuídos inúmeros serviços de ecossistema a floresta desta espécie dentre os quais se destacam (ICNF, 2008)

- Serviços de Manutenção e regulação:
 - Sequestração de CO₂
 - Regulação do ciclo da água
 - Retenção e formação de solo
 - Regulação do ciclo de nutrientes
 - Refúgio a biodiversidade

- Serviços de Provisionamento
 - Produção de cortiça
- Serviços Culturais
 - Informação estética
 - Informação espiritual e histórica
 - Educação e Ciência

Grau de Conservação e Ameaças: A maioria das florestas desta espécie encontra-se fortemente intervencionada antropicamente, sendo que enfrentam uma enorme quantidade de fatores como alteração da ocupação do solo, trânsito pedonal e veículos, planeamento florestal desadequado, incêndios florestais e escassez de informação sobre a naturalidade e o valor do habitat para a conservação (Acácio, Holmgren, Rego, Moreira, & Mohren, 2009; ICNF, 2008).

1.5. Objetivos

A crescente pressão antrópica sobre o planeta e sobre os recursos naturais leva a que haja uma necessidade fulcral na criação de novas ferramentas nos mecanismos de apoio à tomada de decisões, nomeadamente no que diz respeito à exploração e perturbação dos recursos naturais. Dada esta necessidade emergente, este trabalho propõe-se a analisar os estudos de impacte ambiental, anteriormente realizados em Portugal, no que diz respeito ao emprego dos Serviços de Ecossistema, como ferramenta na elaboração de um Estudo de Impacte Ambiental. Além desta análise, este trabalho apresenta ainda uma sugestão de metodologia que permite incluir os Serviços de Ecossistema, com o intuito de colmatar a falta de guias na inclusão desta ferramenta em AIA. Deste modo, procura-se que este trabalho seja uma ferramenta que permita uma melhor gestão de recursos naturais e dos ecossistemas florestais, nomeadamente das florestas de *Quercus sp.*.

2. Metodologia

2.1. Integração dos serviços de ecossistema no processo de Avaliação de Impacte Ambiental – situação atual

A primeira tarefa foi fazer o *download* de todos os estudos de impacte ambiental disponíveis no site do Sistema de Informação sobre Avaliação de Impacte Ambiental, disponíveis a 29 de outubro de 2018. No total, foram retirados 339 estudos, realizados no período compreendido entre 2005 e 2018, uma vez que apesar das 3250 entradas disponíveis no *site*, muitas destas não possuíam os EIA para download. De seguida procurou-se o emprego de referências, explícitas, à terminologia de serviços de ecossistema, como por exemplo: Serviços de Provisionamento\Produção, Serviços de Suporte\Regulação, Serviços Culturais, Serviços de Ecossistema. Nas referências explícitas procurou-se o uso efetivo de terminologia associada a esta temática. Quando estas referências não existiam, complementou-se a análise procurando referências implícitas. Esta pesquisa consistiu numa procura de expressões que remetessem, de forma indireta, para os serviços de ecossistema, podendo corresponder a categorias de SE do CICES. Foram consideradas expressões referentes a áreas de refúgio de biodiversidade, a locais de alimentação, nidificação, reprodução e/ou *nursery* por várias espécies faunísticas, bem como áreas de produção florestal e a menções de mecanismos de regulação do ar (remoção de CO₂ da atmosfera), a retenção do solo e de poeiras, a regulação do ciclo da água ou da temperatura e a criação de melhores condições edáficas. Sendo que esta segunda procura foi concentrada principalmente na secção do EIA correspondente aos sistemas ecológicos. Esta primeira secção metodológica teve como objetivo de inferir qual o uso efetivo dos SE nos estudos de Impacte Ambiental anteriormente realizados em Portugal.

2.2. Tipificação dos Estudos de Impacte Ambiental

Na amostra inicial de 339 estudos verificou-se uma clara tendência para certas tipologias de projetos, dentro dos quais se destacam: projetos de rodovias, ferrovias, linhas de eletrificação, parques eólicos, hidroelétricas, pedreiras e parques industriais.

Com o intuito de facilitar a comparação dos impactes e das medidas de mitigação dos diferentes tipos de projetos procedeu-se à divisão dos tipos de projetos mais comuns por 3 tipologias de projetos (estruturas lineares, intermédias e localizadas),

tendo em conta o tipo de intervenção (esta divisão foi realizada uma vez que se pensa que haja diferenças entre estes grupos no que respeita aos impactes) (Fig. 14).

- Projetos de tipologia linear: prolongam-se numa longa extensão, mas numa área curta (por exemplo, rodovias, ferrovias, linhas de eletrificação)
- Projetos de tipologia intermédia: têm menor extensão do que os lineares, no entanto não se encontram tão concentrados como os localizados, algo que se traduz em diferenças nos impactes expectáveis em comparação com estes dois tipos de estruturas.(por exemplo, parques eólicos)
- Projetos de tipologia de localizada: projetos que possuem uma tipologia mais localizada a uma certa área (por exemplo, centrais hidroelétricas, pedreiras, parques industriais).

Realizou-se uma amostragem da divisão anteriormente efetuada, tendo sido selecionados 6 estudos de cada um dos 7 subgrupos estabelecidos (Fig. 14), de modo a reunir e sistematizar os principais impactes expectáveis, medidas de minimização e de mitigação sugeridas e planos de monitorização de cada tipo de projeto. Este esquema de análise foi definido com base na literatura encontrada sobre esta temática. A informação de referência a SE distribuída pelas diferentes fases do projeto (construção, exploração e desativação) foi igualmente tida em conta ao longo desta sistematização.



Fig.14: Tipificação e Amostragem dos EIA

2.3. Elaboração do guia metodológico para a integração dos serviços de ecossistema na Avaliação de Impacte Ambiental, com aplicação às florestas de Quercus sp.

O guia foi elaborado com base na pesquisa bibliográfica, na qual se incluiu a análise dos EIA, realizada para a fase de revisão e explicada nos subcapítulos 2.1 e 2.2.

Dessa pesquisa, resultou a definição da estrutura do guia e de uma metodologia, organizada por etapas, para a integração dos SE na AIA. Adicionalmente, resultou na elaboração de listagens de indicadores para avaliar o estado dos SE, e listagens ou sugestões de impactes expectáveis, medidas de minimização e monitorização específicas para os SE, a serem incluídas nos EIA.

3. Resultados e Discussão

3.1. Uso de Serviços de Ecossistema nos Estudos de Impacte Ambiental

No total foram analisados 339 relatórios de síntese, sendo que em apenas 4, correspondentes a 1,25%, é que foram encontradas referências explícitas aos serviços de ecossistema, regra geral referentes aos serviços de provisionamento. No entanto, o número referências implícitas é muito mais significativo, tendo sido encontradas em cerca de 182 relatórios, o que corresponde, aproximadamente, a 54% dos estudos analisados (Fig. 15).

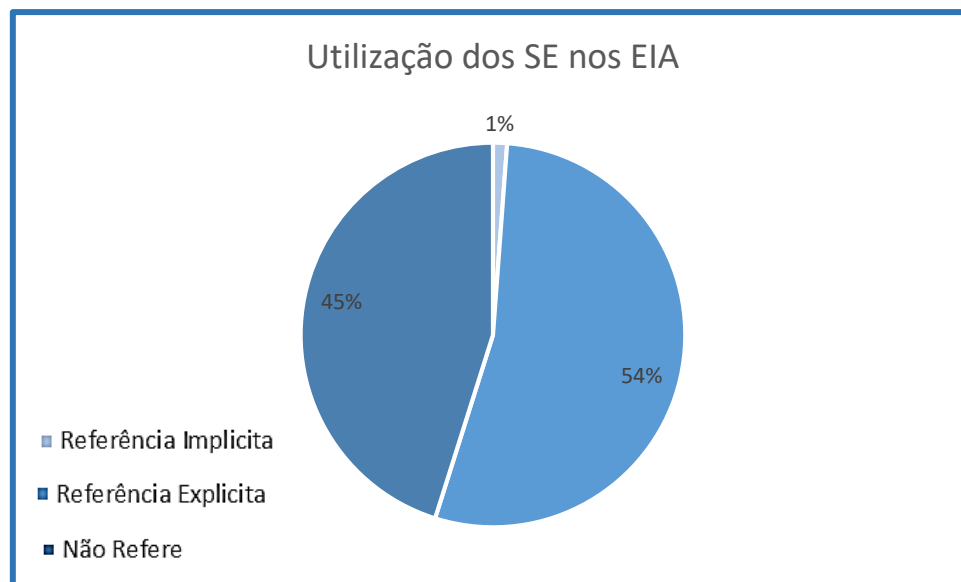


Fig. 15: Gráfico Circular que representa o resultado, em percentagem, no que diz respeito a aplicação de terminologia referente a serviços de Ecossistema

Como demonstrado na Fig. 15, apenas um por cento dos 339 estudos analisados considera explicitamente os serviços de ecossistema, no entanto apesar da referência, estes não dão relevo aos serviços de ecossistema. De facto, apenas um dos estudos possui referências para além do capítulo de descrição da situação de referência, prolongando-se até ao capítulo de avaliação de impactes, onde se realça a importância de conduzir uma análise de impactes com base em mais do que uma mera lista de descrição de espécies. No entanto, cerca de 57% dos relatórios analisados considera implicitamente os serviços de ecossistema. Isto sugere que, mesmo sem o emprego de uma terminologia explícita, em certos estudos já existia uma consideração ligeira dos

serviços de ecossistema, podendo-se encontrar pequenas referências que se encaixam nas 3 categorias descritas pelos CICES. As referências mais comuns são a serviços de Manutenção (locais de alimentação, refúgio, nidificação, reprodução e/ou berçários para várias espécies faunísticas). Menos frequente, encontram-se referências a “funções de ecossistema” como a purificação do ar (remoção de CO₂ da atmosfera), a retenção do solo e de poeiras, a regulação do ciclo da água ou da temperatura, e a criação de melhores condições edáficas. Por último, as menos frequente são as referências implícitas aos serviços de provisionamento, sendo dado relevo à importância da produção de certos ecossistemas, como o ecossistema florestal e o ecossistema agrícola, que resulta na obtenção de produtos para alimentação e de materiais como a madeira, a resina (no caso de florestas de *Pinus pinea*), a cortiça (no caso do *Quercus suber*) e a pasta de papel.

De facto, verificou-se que a caracterização dos sistemas ecológicos associados aos locais a intervencionar raramente abrange a descrição dos serviços prestados por estes. Na maioria dos estudos, a avaliação deste fator ambiental resume-se à identificação e descrição abrangente dos valores naturais existentes, sendo dada relevância acrescida às espécies de maior sensibilidade ou interesse conservacionista, e aos habitats prioritários possivelmente existentes na área (abrangidos pela Diretiva 92/43/CEE). De facto, aquilo que foi possível concluir é que a avaliação de impactes é realizada tendo em conta a presença ou ausência de certas espécies, habitats prioritários, não se alongando, de uma forma geral, para lá dessa avaliação.

3.2 Tipificação de Impactes Causados e Medidas de Mitigação\Minimização

No que diz respeito a tipificação dos principais impactes (Figs. 16, 17 e 18) e (Tabela 4) presentes nos estudos de impacte ambiental analisados, verificou-se que, independentemente da tipologia e da fase do projeto, os impactes que são mais mencionados são frequentemente os mesmos, sendo, no entanto, possível observar uma tendência de diminuição dos impactes descritos ao longo das fases do projeto. Dentro dos impactes mais referidos encontramos: a destruição direta da vegetação; a sua afetação indireta devido ao aumento da perturbação; e a degradação dos habitats.

Nos projetos de tipologia linear é ainda importante salientar a menção ao efeito barreira como um potencial impacte, no que diz respeito a projetos de rodovias e

ferrovias, principalmente na fase de exploração, uma vez que este tipo de projetos, frequentemente divide as áreas florestais, fazendo com que as populações fiquem isoladas e causando problemas no que diz respeito à manutenção do gene pool das espécies (Damarad & Bekker, 2003).

Nos projetos de tipologia localizada, salientam-se os impactes como, por exemplo, a alteração do caudal natural de um determinado rio; a destruição de ecossistemas terrestres e a sua substituição por ecossistemas de características aquáticas, característicos de projetos hidroelétricos, e o perigo, na fase de exploração, de contaminação de solo e recursos hídricos, característico de projetos de parques industriais. Nos projetos de tipologia intermédia, a grande diferença identificada foi a menção ao impacte positivo de requalificação das zonas artificializadas na fase de desativação.

Tabela 4– Tabelas resumo(%) dos impactes mais comuns nos diferentes tipos de fase de execução do projeto nos diferentes tipos de tipologia.

Estruturas lineares - principais impactes mencionados nos EIA	Construção	Exploração	Desativação
Destruição direta da vegetação (1)	83,3	22,2	11,1
Destruição/afetação indireta da vegetação por aumento da perturbação (2)	83,3	50,0	16,7
Proliferação de espécies exóticas/invasoras (3)	27,8	33,3	0,0
Aumento do risco de incêndio (4)	22,2	61,1	0,0
Afetação dos habitats (5)	72,2	44,4	0,0
Afetação de espécies para conservação (6)	33,3	0,0	0,0
Efeito barreira /estradas e ferrovias (7)	0,0	27,8	0,0
Contaminação de solos e recursos hídricos por poluentes (8)	77,8	50,0	5,6
Efeito barreira à propagação de sementes e outros propágulos (9)	22,2	27,8	0,0

Estruturas localizadas - principais impactes mencionados nos EIA	Construção	Exploração	Desativação
Destruição direta da vegetação (1)	44,4	38,9	5,6
Destruição/afetação indireta da vegetação por aumento da perturbação (2)	66,7	61,1	22,2
Proliferação de espécies exóticas/invasoras (3)	5,6	27,8	0,0
Aumento do risco de incêndio (4)	0,0	5,6	0,0
Afetação dos habitats (5)	44,4	72,2	0,0
Afetação de espécies de elevado valor conservacionista (6)	11,1	0,0	0,0
Aumento da perturbação e contaminação por poluentes (parques industriais) (7)	0,0	61,1	0,0
Impermeabilização dos solos (parques industriais) (8)	5,6	0,0	0,0
Alteação do regime hidrologicos (hidroeletricas) (9)	0,0	27,8	0,0
Renaturalização do caudal hidrológico (hidroeletrica) (10)	0,0	0,0	5,6
Destruição de ecossistemas terrestres e substituição por ecossistema aquáticos (hidroeletricas) (11)	11,1	0,0	0,0
Efeito barreira à propagação de sementes e outros propágulos (12)	11,1	11,1	0,0

Estruturas intermédias - principais impactes mencionados nos EIA	Construção	Exploração	Desativação
Destruição direta da vegetação (1)	83,3	66,7	33,3
Destruição/afetação indireta da vegetação por aumento da perturbação (2)	66,7	16,7	0,0
Proliferação de espécies exóticas/invasoras (3)	50,0	16,7	0,0
Afetação dos habitats (4)	66,7	50,0	16,7
Requalificação das zonas artificializadas (5)	0,0	0,0	33,3

Em relação às medidas de minimização/mitigação (Fig.19 a 26) e (Tabelas 5 e 6), verificou-se que estas incidem mais na fase de construção do que na de exploração. As medidas mais referidas na fase de construção estão relacionadas com a restrição da

intervenção ao estritamente necessário; a não afetação de áreas mais sensíveis; e a recuperação paisagística. Na fase de exploração, são as medidas de prevenção de incêndios que ganham maior destaque.

Os projetos de tipologia linear, denotam nas suas medidas de mitigação uma preocupação maior no que diz respeito ao condicionamento da área afetada, tentando através das suas medidas de mitigação restringir ao máximo a área afetada. Os projetos de tipologia intermédia não possuem medidas de mitigação muito específicas, no entanto, estes dão bastante relevo, regra geral, a proteção de áreas de elevada sensibilidade ecológica e os restringir a área perturbada ao estritamente necessário. Nos projetos de tipologia localizada é importante referir que nos projetos de hidroelétricas é sugerida a implementação de um caudal, na fase de exploração, que permita minimizar os impactos sobre o ecossistema aquático a jusante do empreendimento hidroelétrico. É de salientar que é muito frequente a ausência de medidas de mitigação na fase de desativação e, quando existem, estas encontram-se erradamente redigidas uma vez que em muitos casos são medidas obrigatórias por lei, como por exemplo, Implementação do Projeto de Integração Paisagística, encaminhamento de resíduos para estações de tratamento, entre outros.

Tabelas 5 – Tabelas que apresentam, em percentagem, as principais medidas de mitigação/minimização mais comuns nos diferentes tipos de fase de execução do projeto nos diferentes tipos de tipologia

Principais medidas definidas para a fase de construção	Est. Lineares	Est. Localizadas	Est. Intermédias
Ações de sensibilização ambiental (1)	16,7	25,0	33,3
Restrição da intervenção ao estritamente necessário (2)	94,4	75,0	66,7
Evitar a afetação de áreas de maior sensibilidade ecológica (3)	66,7	41,7	83,3
Medidas para prevenção de incêndios (4)	38,9	16,7	0,0
Medidas para controlo de exóticas/invasoras (5)	16,7	0,0	33,3
Acompanhamento por parte de um biólogo (6)	5,6	0,0	0,0
Seleção de áreas anteriormente interencionadas vom baixo valor conservacionista (7)	16,7	0,0	0,0
Uso da camada superficial do solo, para recuperação vegetal (8)	33,3	0,0	0,0
Plano de risco contra incêndios (9)	38,9	16,7	0,0
Evitar o derrame de químicos poluentes (10)	22,2	25,0	0,0
Condicionamento da circulação (11)	44,4	0,0	0,0
Proceder a efeitos de recuperação da área (12)	0,0	50,0	0,0
Integração/Recuperação Paisagística (13)	66,7	58,3	50,0

Principais medidas definidas para a fase de exploração	Est. Lineares	Est. Localizadas	Est. Intermédias
Ações de sensibilização ambiental (1)	0,0	16,7	0,0
Acompanhamento periódico das condições da vegetação (2)	11,1	0,0	0,0
Medidas para prevenção de incêndios (3)	22,2	5,6	50,0
Medidas para controlo de exóticas/invasoras (4)	0,0	11,1	0,0
Integração/Recuperação Paisagística (5)	11,1	27,8	0,0
Restringir o acesso a areas não perturbadas (6)	0,0	5,6	33,3
Efluentes encaminhados para estações de tratamento de águas industriais (Parques Industriais) (7)	0,0	11,1	0,0
Restringir o derrame de químicos (8)	0,0	22,2	0,0
Assegurar um caudal ecológico (hidroelétricas) (9)	0,0	11,1	0,0

Tabelas 6 – Tabelas que apresentam principais medidas de mitigação\minimização (número de menções) mais comuns nas diferentes fases de execução do projeto nos diferentes tipos de tipologia

Principais medidas definidas para a fase de construção	Est. Lineares	Est. Localizadas	Est. Intermédias
Ações de sensibilização ambiental (1)	3	3	2
Restrição da intervenção ao estritamente necessário (2)	17	9	4
Evitar a afetação de áreas de maior sensibilidade ecológica (3)	12	5	5
Medidas para prevenção de incêndios (4)	7	2	0
Medidas para controlo de exóticas/invasoras (5)	3	0	2
Acompanhamento por parte de um biólogo (6)	1	0	0
Seleção de áreas anteriormente interencionadas vom baixo valor conservacionista (7)	3	0	0
Uso da camada superficial do solo, para recuperação vegetal (8)	6	0	0
Plano de risco contra incêndios (9)	7	2	0
Evitar o derrame de químicos poluentes (10)	4	3	0
Condicionamento da circulação (11)	8	0	0
Proceder a efeitos de recuperação da área (12)	0	6	0
Integração/Recuperação Paisagística (13)	12	7	3

Principais medidas definidas para a fase de exploração	Est. Lineares	Est. Localizadas	Est. Intermédias
Ações de sensibilização ambiental (1)	0	3	0
Acompanhamento periódico das condições da vegetação (2)	2	0	0
Medidas para prevenção de incêndios (3)	4	1	3
Medidas para controlo de exóticas/invasoras (4)	0	2	0
Integração/Recuperação Paisagística (5)	2	5	0
Restringir o acesso a areas não perturbadas (6)	0	1	2
Efluentes encaminhados para estações de tratamento de águas industriais (Parques Industriais) (7)	0	2	0
Restringir o derrame de químicos (8)	0	4	0
Assegurar um caudal ecológico (hidroelétricas) (9)	0	2	0

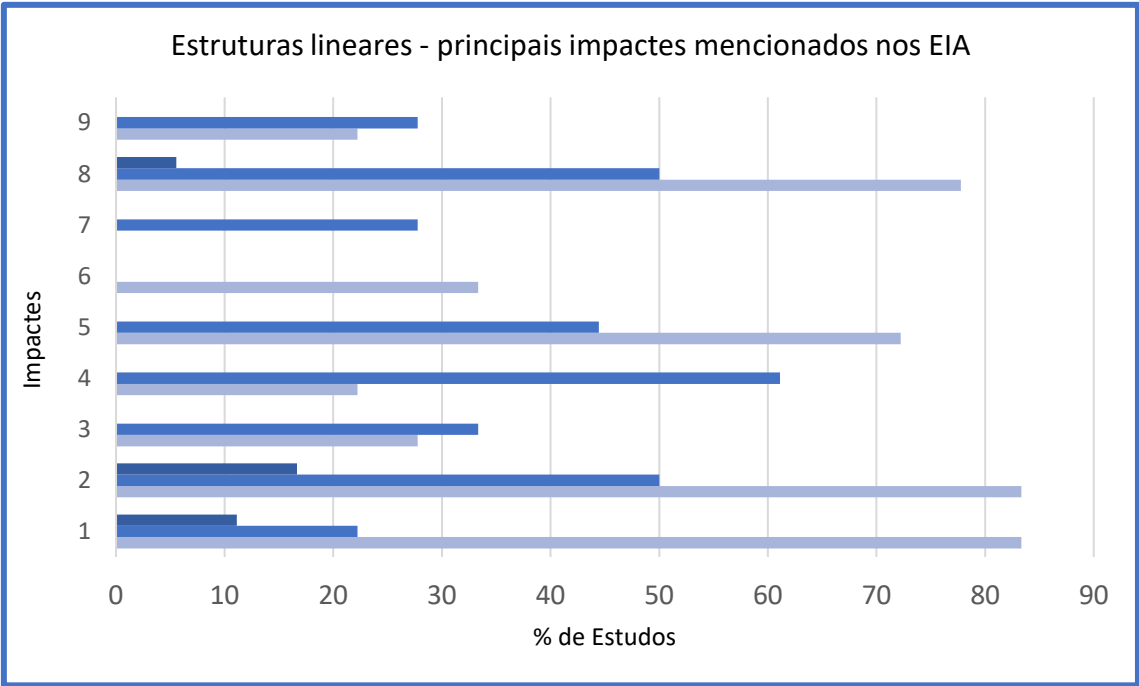


Fig.16: Gráfico comparativo, em percentagem, dos principais impactes descritos nos EIA, em projetos de tipologia linear, na fase de construção, exploração e desativação.

Legenda:
■ % de estudos que mencionam o impacte na Fase de Construção
■ % de estudos que mencionam o impacte na fase de Exploração
■ % de estudos que mencionam o impacte na fase de Desativação

Os números representados no eixo dos YY, representam os principais impactes e encontram-se discriminados na tabelas 4.

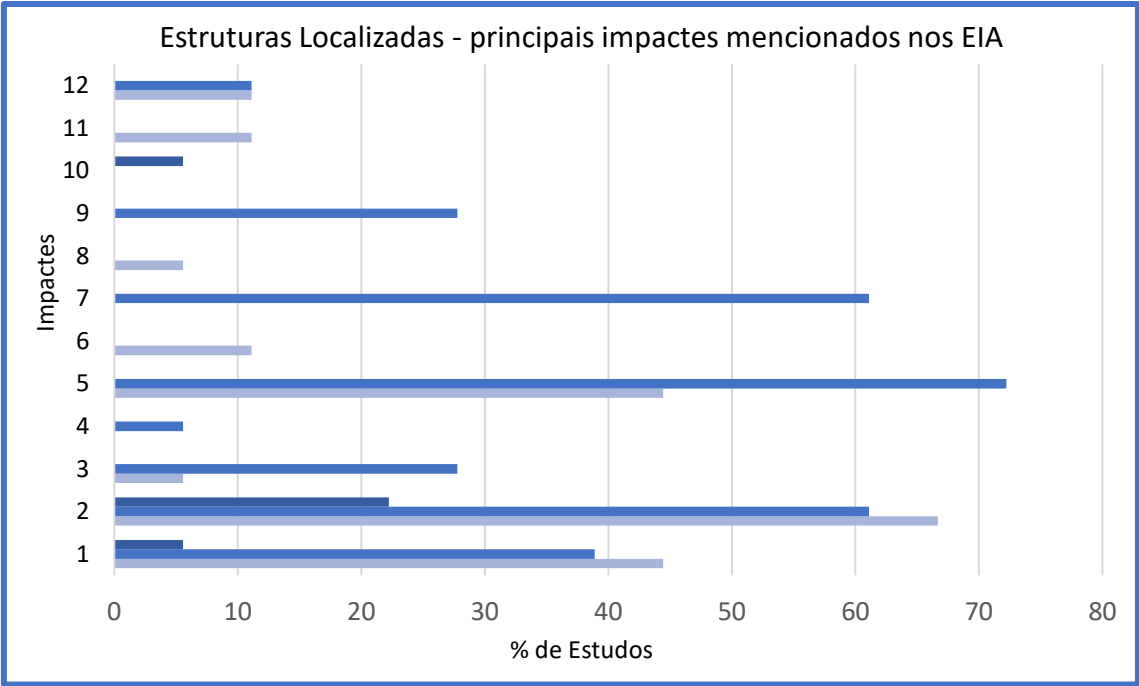


Fig.17: Gráfico comparativo, em percentagem, dos principais impactes descritos nos EIA, em projetos de tipologia localizada, na fase de construção, exploração e desativação

Legenda:
■ % de estudos que mencionam o impacte na Fase de Construção
■ % de estudos que mencionam o impacte na fase de Exploração
■ % de estudos que mencionam o impacte na fase de Desativação

Os números representados no eixo dos YY, representam os principais impactes e encontram-se discriminados na tabelas 4.

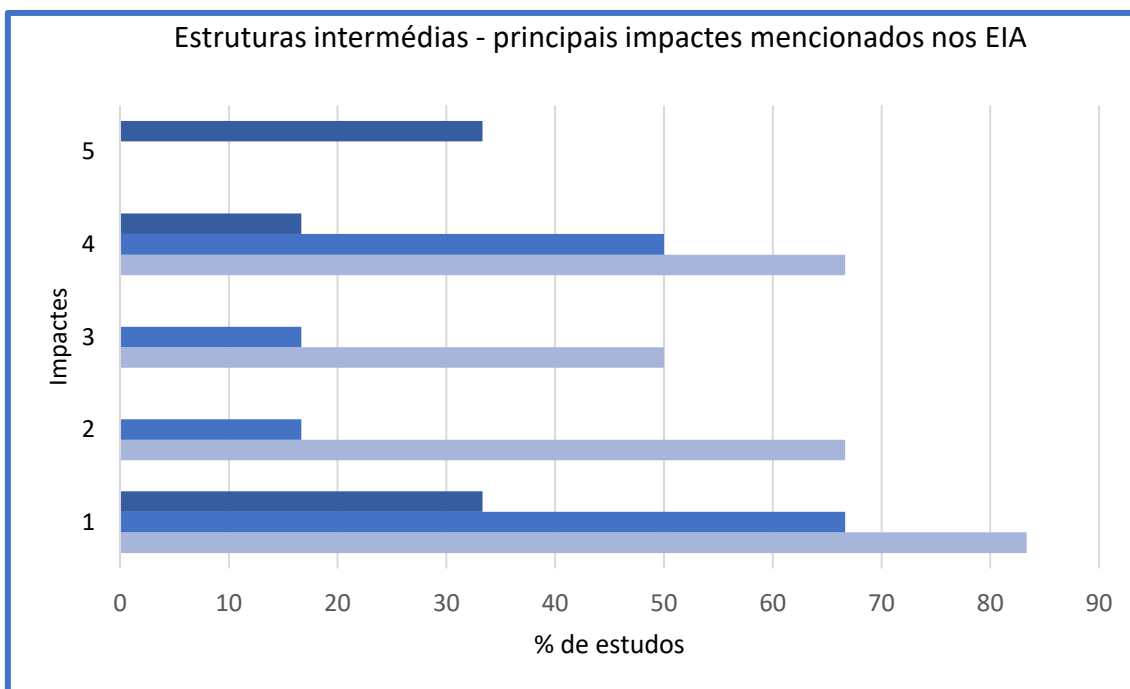


Fig.18: Gráfico comparativo, em percentagem, dos principais impactes descritos nos EIA, em projetos de tipologia intermédia, na fase de construção, exploração e desativação

Legenda: ■ % de estudos que mencionam o impacto na Fase de Construção ■ % de estudos que mencionam o impacto na fase de Exploração ■ % de estudos que mencionam o impacto na fase de Desativação

Os números representados no eixo dos YY, representam os principais impactes e encontram-se discriminados na tabelas 4.

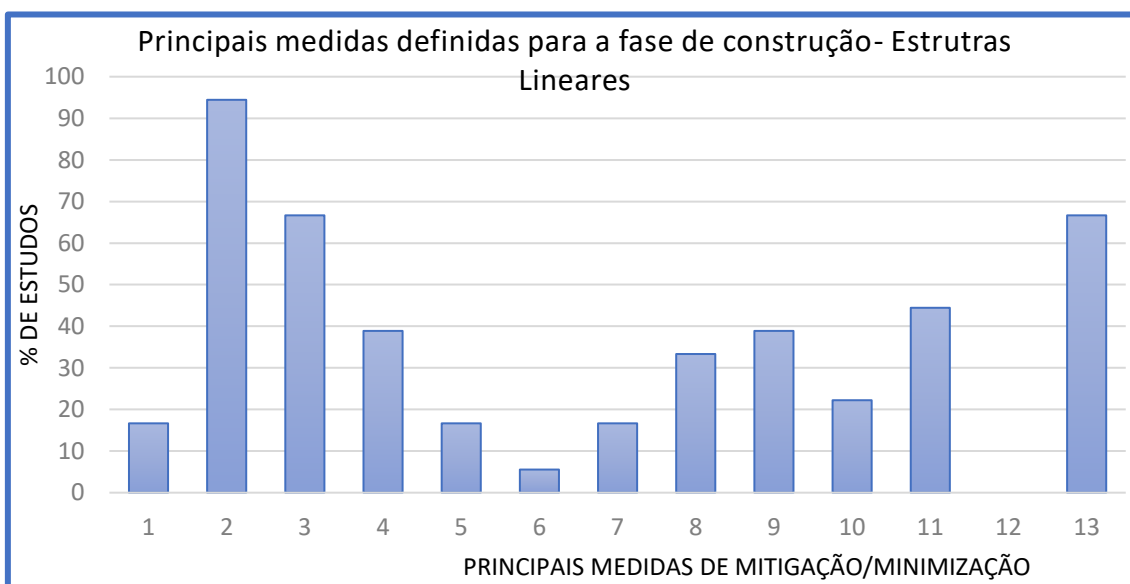


Fig.19: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas de mitigação na fase de construção descritos nos EIA, em tipologia linear (n 18)

Os números representados no eixo dos YY, representam as principais medidas de mitigação/minimização e encontram-se discriminados na tabelas 5.

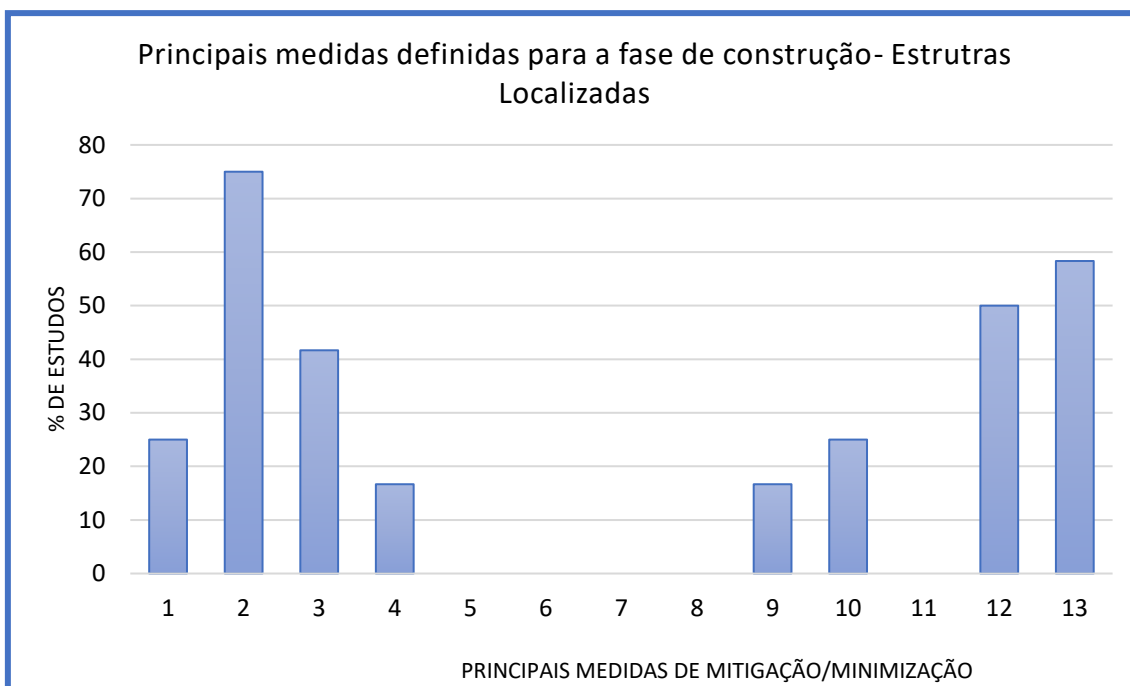


Fig. 20: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas mitigação na fase de construção descritos nos EIA, em projetos de tipologia Localizada (n 18)

Os números representados no eixo dos YY, representam as principais medidas de mitigação/minimização e encontram-se discriminados na tabelas 5.

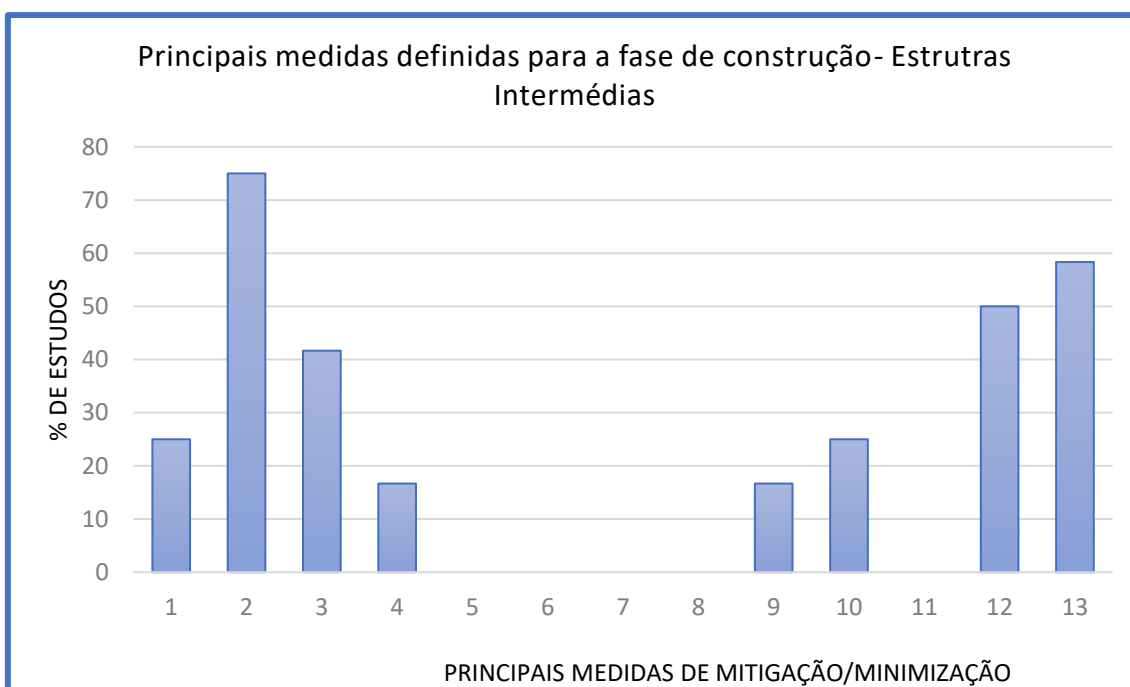


Fig.21: Gráfico, representativo, em percentagem, das principais medidas mitigação na fase de construção descritos nos EIA, em projetos de tipologia de Intermédia (n 6)

Os números representados no eixo dos YY, representam as principais medidas de mitigação/minimização e encontram-se discriminados nas tabelas 5.

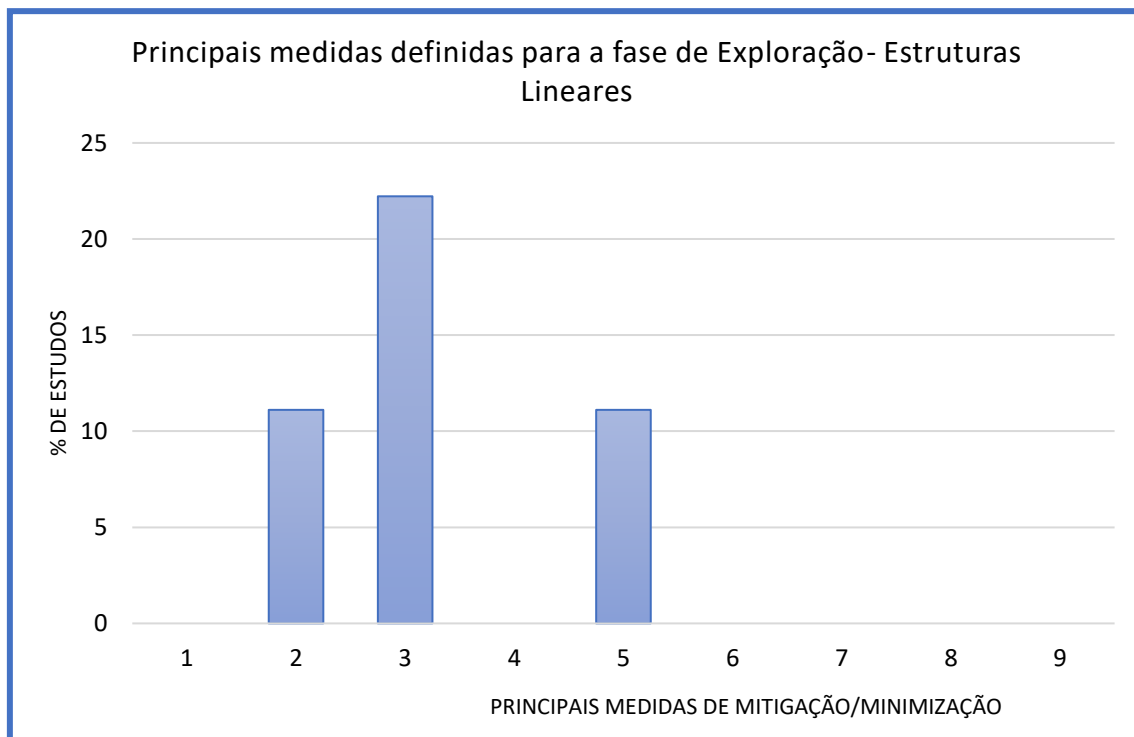


Fig.22: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas de mitigação na fase de exploração descritos nos EIA, em tipologia linear (n 18)

Os números representados no eixo dos YY, representam as principais medidas de mitigação/minimização e encontram-se discriminados nas tabelas 5.



Fig.23: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas mitigação na fase de exploração descritos nos EIA, em projetos de tipologia localizada (n 18)

Os números representados no eixo dos YY, representam as principais medidas de mitigação/minimização e encontram-se discriminados nas tabelas 5.

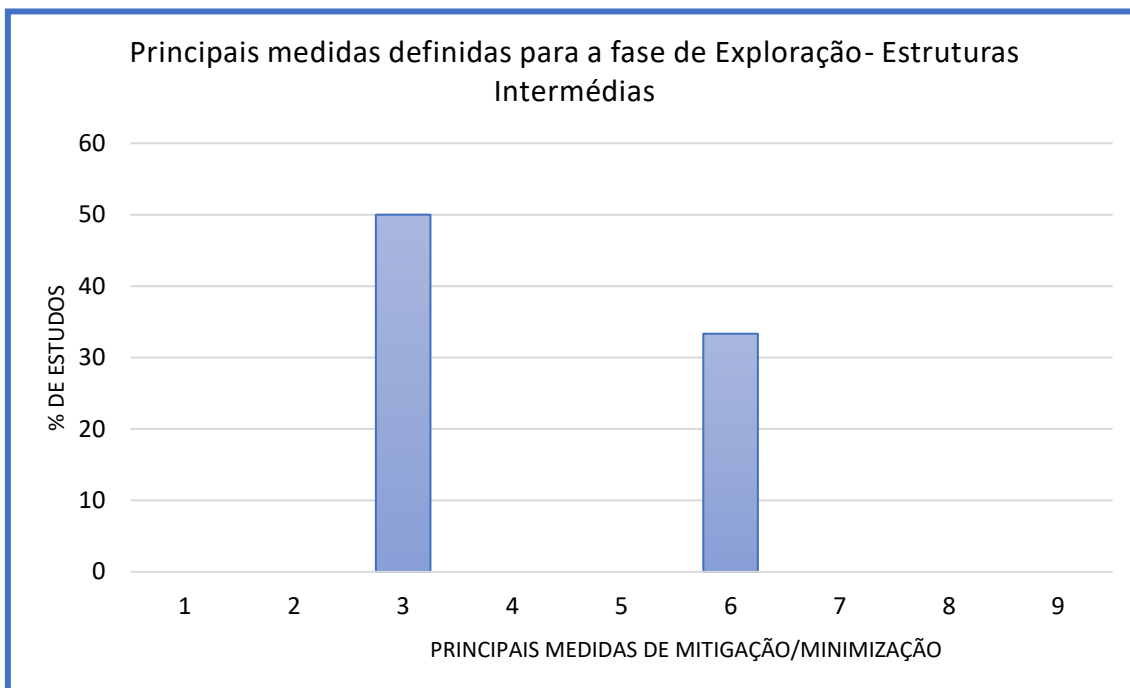


Fig.24: Gráfico representativo, em percentagem, das principais medidas de mitigação na fase de exploração descritos nos EIA, em tipologia intermédia (n 6)

Os números representados no eixo dos YY, representam as principais medidas de mitigação/minimização e encontram-se discriminados na tabelas 5.

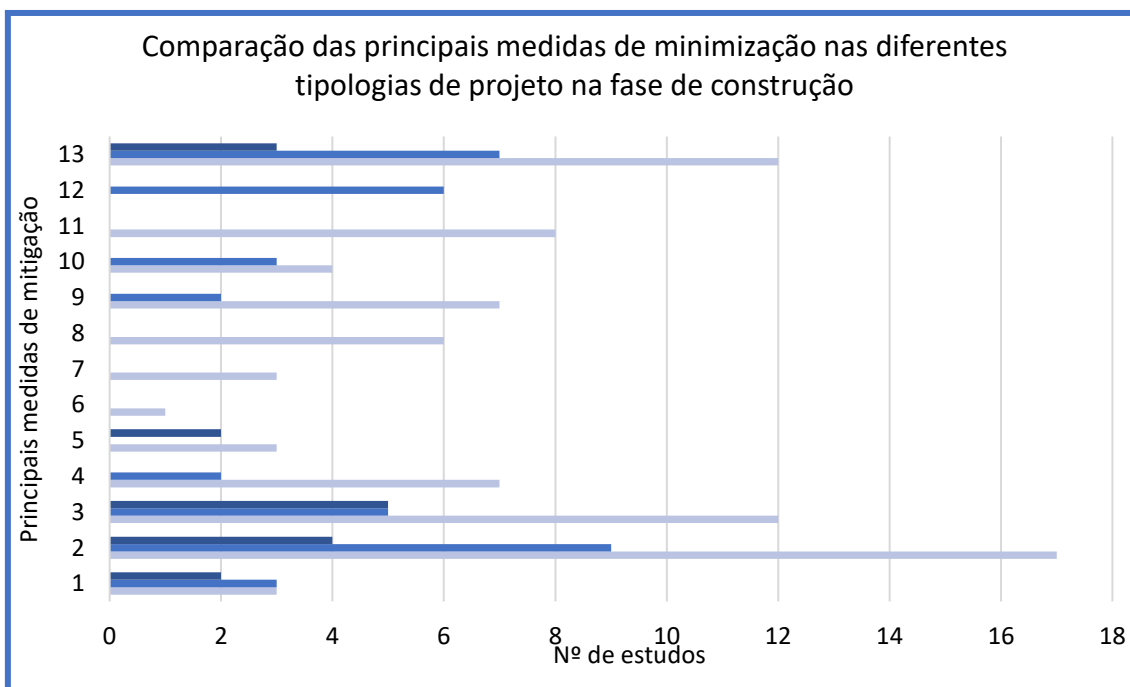


Fig.25: Gráfico de comparação, em nº de estudos das principais medidas mitigação na fase de construção descritos nos EIA, em diferentes tipologias de projeto

Legenda: ■ Nº de estudos que mencionam a(s) medida(s) Est. Lineares ■ Nº de estudos que mencionam a(s) medida(s) Est. Localizadas ■ Nº de estudos que mencionam a(s) medida(s) Est. Intermédias

Os números representados no eixo dos YY, representam as principais medidas de mitigação/minimização e encontram-se discriminados nas tabelas 6.

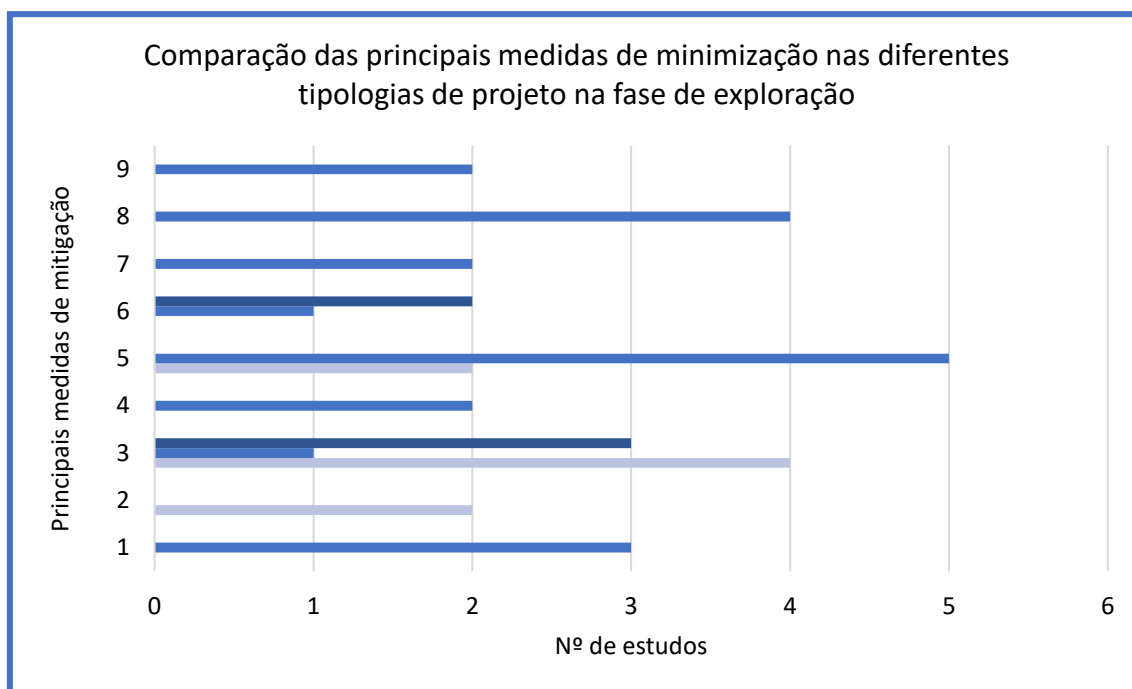


Fig.26: Gráfico de comparação, em nº de estudos das principais medidas mitigação na fase de exploração descritos nos

EIA, em di ■ Nº de estudos que mencionam a(s) ■ Nº de estudos que mencionam a(s) ■ Nº de estudos que mencionam a(s)
 Legenda ■ medida(s) Est. Lineares ■ medida(s) Est. Localizadas ■ medida(s) Est. Intermédias

Os números representados no eixo dos YY, representam as principais medidas de mitigação/minimização e encontram-se discriminados nas tabelas 6.

3.3. Planos de Monotorização

Os Planos de Monotorização presente no EIA, são mecanismo de pós-avaliação que têm como finalidade avaliar a resposta do sistema ambiental aos efeitos produzidos pela presença do projeto, verificar e avaliar a eficácia das medidas de gestão ambiental previstas no EIA e incluídas na DIA; verificar a ocorrência de impactes em situações de incerteza; detetar a ocorrência de impactes inesperados; verificar a eficácia das medidas de gestão ambiental adotadas e a eventual necessidade de adotar novas medidas de gestão ambiental mais eficazes; e extrair lições para o futuro em relação a impactes típicos da categoria de projeto em causa. Um plano de Monotorização deve conter uma composição pormenorizada contendo:

- Objetivos
- Parâmetros a monitorizar;
- Locais e frequência das amostragens ou registos, incluindo a análise do seu significado estatístico;
- Técnicas e métodos de análise ou registo de dados e equipamentos necessários;

- Relação entre fatores ambientais a monitorizar e parâmetros do projeto;
- Métodos de tratamento dos dados;
- Critérios de avaliação dos dados;
- Tipo de medidas de gestão ambiental a adotar;
- Periodicidade dos relatórios de monitorização, respetivas datas de entrega
- Critérios para a decisão sobre a revisão do programa de monitorização.

No entanto, nos EIA, analisados, verifica-se que o capítulo referente aos planos de monitorização não se encontra, na maioria das situações, devidamente aprofundado, encontrando-se frequentemente poucas referências alusivas a medidas de monitorização das comunidades ecológicas, remetendo-se em muitos casos unicamente ao que é obrigatório por lei e nunca se encontram referências a monitorização de serviços de ecossistema (Fig. 27).

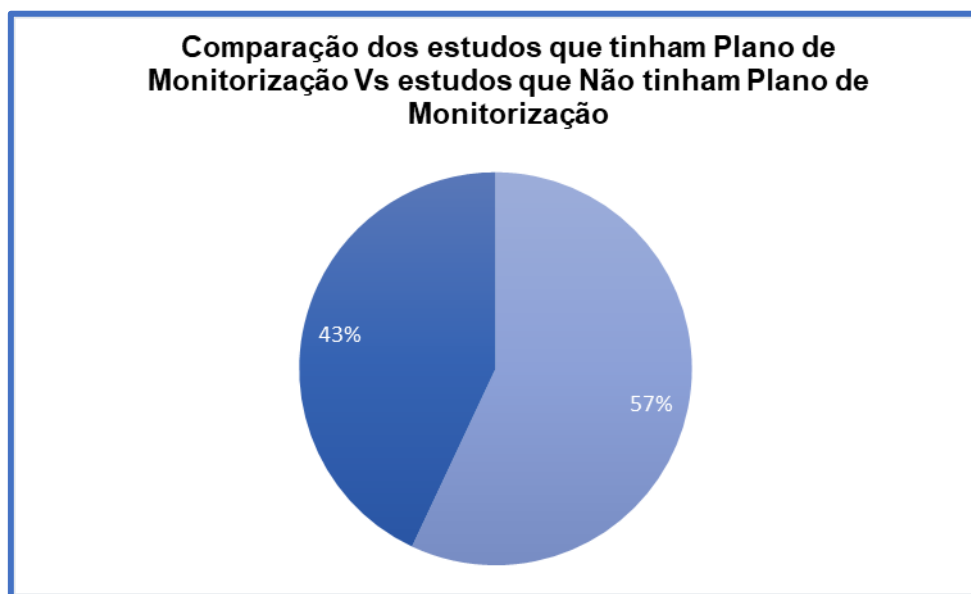


Fig. 27: Comparação entre os estudos que possuíam planos de monitorização e os que não possuíam planos de monitorização

Legenda: ■ C/ plano de monitorização ■ S/ plano de monitorização

O conteúdo geral dos planos de monitorização encontrados encontram-se devidamente tipificados e resumidos nas tabelas 11 a 16 a baixo apresentadas.

Tabela 11 – Tabela que apresenta os aspetos considerados no plano de monitorização: objetivos.

Objetivos		
Estruturas lineares	Avaliar a extensão e evolução dos impactes decorrentes do projeto	(Unidades industriais)
Estruturas locais	Acompanhar a implementação e avaliar a eficácia das medidas de minimização e do Plano de Recuperação Paisagística.	Avaliar a potencial bioacumulação de alumínio na cadeia trófica, decorrente da exploração
Estruturas intermédias	Caracterizar e acompanhar a evolução das áreas mais sensíveis (habitats e espécies florísticas mais relevantes).	Acompanhar a possibilidade de instalação de espécies exóticas potencialmente invasoras

Tabela 12– Tabela que apresenta os aspetos considerados no plano de monitorização: parâmetros a monitorizar.

Parâmetros a monitorizar		
Estruturas lineares	Composição florística, distribuição, grau de desenvolvimento, estrutura	Nível de controlo de espécies florísticas invasoras.
Estruturas locais	e enquadramento fitossociológico das comunidades vegetais.	(Unidades industriais)
Estruturas intermédias	Estado de conservação das comunidades vegetais e habitats, principalmente dos mais relevantes.	Concentração de alumínio em espécimes das espécies arbóreas mais representativas
	Evolução das comunidades vegetais face aos impactes expectáveis e às medidas de minimização aplicadas.	Presença de espécies de plantas vasculares consideradas exóticas em Portugal, com particular atenção às potencialmente invasoras;

Tabela 13 – Tabela que apresenta os aspetos considerados no plano de monitorização: duração e frequência de amostragem.

Duração e frequência de amostragem	
Estruturas lineares	<p>Duração: desde o ano anterior à fase de construção até 3 anos após a construção (mínimo de 3 a 5 anos).</p> <p>Frequência: anual ou bianual, entre a primavera e o outono.</p> <p>Prospecção de invasões biológicas: durante a fase de exploração, com 3 campanhas durante 5 anos.</p>
Estruturas locais	<p>(Aproveitamentos hidroelétricos)</p> <p>Duração: fase de construção e 3 anos de fase de exploração.</p> <p>Frequência: anual ou semestral, entre a primavera e o outono.</p> <p>(Unidades industriais)</p> <p>Duração: começa com o início da linha de produção de fio de alumínio (estabelece situação de referência);</p> <p>Frequência: anual, entre o verão e o outono.</p> <p>(Pedreiras)</p> <p>Duração: fase de exploração e de desativação, e após este período, de 2 em 2 anos até ao restabelecimento da área.</p> <p>Frequência: anual para a flora transplantada e trienal para os habitats prioritários; outra alternativa passa por uma regularidade anual na fase de exploração e dois ciclos anuais na fase de desativação; no período de floração (fevereiro a junho)</p>
Estruturas intermédias	<p>Duração: desde o ano anterior à construção até o mínimo de 3 anos na fase de exploração.</p> <p>Frequência: duas campanhas por ano, na primavera e no outono</p> <p>Prospecção de invasões biológicas: uma campanha anual.</p>

Tabela 14 – Tabela que apresenta os aspetos considerados no plano de monitorização: locais de amostragem.

Locais de amostragem	
Estruturas lineares	<p>Ao longo de toda a área de projeto e da sua envolvente próxima, com a definição de quadrados fitossociológicos em zonas não intervencionadas (controlo) e em zonas onde as intervenções são mais profundas e os biótopos afetados são os mais representativos da área ou têm elevado valor ecológico.</p> <p>Prospecção de invasões biológicas: todas as áreas intervencionadas que venham a ser alvo de recuperação.</p>
Estruturas locais	<p>(Aproveitamentos hidroelétricos)</p> <p>Áreas mais sensíveis e com maior valor conservacionista, com estabelecimento de parcelas de amostragem para diferentes usos do solo, devidamente cartografadas.</p> <p>(Unidades industriais)</p> <p>Envolvente imediata à empresa, na área de maior concentração de poluentes atmosféricos, com 3 pontos de recolha por campanha (árvores de fruto com médio porte e bom estado fitossanitário).</p> <p>(Pedreiras)</p> <p>Seleção de 2 parcelas por habitat alvo e 3/4 por cada espécie alvo, distribuídas a diferentes distâncias das fontes de impacte ou divididas por zonas de afetação direta e indireta, com uma parcela de controlo para cada habitat.</p>
Estruturas intermédias	<p>Critérios de seleção passam pela presença de comunidades vegetais representativas dos habitats alvo, presença de núcleos populacionais conhecidos das espécies alvo e acessibilidade aos locais; 3 a 5 pontos de amostragem por habitat, com definição de pontos de controlo.</p> <p>Prospecção de invasões biológicas: trilhos que venham a ser construídos ou beneficiados.</p>

Tabela 15 – Tabela que apresenta os aspetos considerados no plano de monitorização: técnicas e métodos de análise.

Técnicas e métodos de análise		
Estruturas lineares	Métodos baseados na	
Estruturas locais	observação direta, como o método do quadrado e dos transeptos lineares (metodologia de Braun-Blanquet, por exemplo) para levantamentos florísticos relativos a presença/ausência, riqueza específica, abundância, densidade, estratificação, diversidade, equitabilidade e para avaliar a presença de focos de perturbação.	Análise estatística dos dados recolhidos no campo para quantificar a regeneração da vegetação e a evolução dos habitats; recurso a análise multivariada para avaliar diferenças entre parcelas.
	Comparação entre amostragens para avaliar crescimento, decréscimo, aparecimentos e extinções.	(Unidades industriais)
	Registo fotográfico.	Seleção de espécimes em bom estado fitossanitário, marcação e recolha de amostras (ex. frutos ou folhas).
Estruturas intermédias	Georreferenciação e elaboração de mapas de distribuição de espécies e habitats.	
	Prospecção de invasões biológicas: realização de transeptos para avaliar a ocorrência de invasão, focos de perturbação, % de cobertura e estado vegetativo; marcação por GPS de cada local onde se assinala presença.	

Tabela 16 – Tabela que apresenta os aspetos considerados no plano de monitorização: periodicidade de relatórios.

Periodicidade de relatórios	
Estruturas lineares	Anual, com análise comparativa em relação aos anos anteriores e uma revisão geral do plano de monitorização no último relatório. Possibilidade de 3 tipos de relatórios - parcelares, de rotina e extraordinários.
Estruturas locais	
Estruturas intermédias	

3.4. Integração dos Serviços de Ecossistema no processo de Avaliação de Impacte Ambiental. Aplicação às florestas de *Quercus sp.*

A fim de facilitar a a tendência de não incorporar os SE na AIA, procurou-se contrariar um dos fatores que tem contribuído para isso: a falta de guias e exemplos práticos. Anexado a esta dissertação encontra-se um guia metodológico, que pretende mostrar como incluir os SE na elaboração de um EIA, e que se encontra em anexo. Este guia foi elaborado tendo em conta as especificidades das Florestas de *Quercus sp.* uma vez que são um tipo de floresta autóctone que têm vindo a sofrer uma forte pressão.

O guia encontra-se organizado em 5 passos fundamentais. Em primeiro lugar é a identificação do ecossistema predominante, neste caso uma Floresta de *Quercus sp.* Após a identificação do ecossistema predominante é necessário inferir sobre quais são os SE e identificar quais são os possíveis indicadores que irão dar informação sobre os SE que são prestados por esse ecossistema no local de intervenção, afim de inferir sobre o estado inicial dos serviços que estão a ser prestados. Após esta avaliação inicial são propostos potenciais impactes bem como medidas de minimização/mitigação que permitem diminuir impactes sobre o ecossistema. Por fim o guia releva ainda a necessidade de implementar um plano de monitorização eficiente, que permita inferir sobre a evolução dos impactes e sobre a efetividades das medidas propostas.

Apesar do trabalho já realizado no sentido de reunir metodologias, este guia necessita ainda de ser aplicado na prática, ou seja, na realização de EIA, de modo a ser validada a sua aplicabilidade, facilidade e flexibilidade.

3.5. Síntese

Em Portugal, os EIA, não consideram os Serviços de Ecossistema, no entanto, não é incomum encontrar referências implícitas dos mesmos, o que permite inferir que em muitos casos apesar de não haver utilização e avaliação dos SE, estes podem ser considerados de forma indireta.

No que diz respeito à tipificação de impactes verifica-se que nos impactes descritos, não se encontram diferenças significativas, apesar de certas tipologias de projeto possuírem de facto, impactes característicos.

No que diz respeito às medidas de mitigação regra geral também elas são muito idênticas, no entanto verifica-se um claro padrão de diminuição de medidas de mitigação ao longo das fases de execução de projeto, sendo a fase de Construção a fase onde se encontram concentradas a maior parte das medidas de mitigação.

Em relação aos planos de monitorização verificou-se que estes não são um capítulo muito desenvolvido nos EIA, sendo que apenas 57 dos estudos apresentam este capítulo.

4. Conclusão

Em suma, os resultados demonstram que, regra geral, os serviços de ecossistema, apesar da estreita ligação que existe entre os SE e o bem-estar socioeconómico, não são considerados na elaboração de estudos de impacte ambiental, em Portugal. De facto, as raras menções aos serviços de ecossistema encontram-se na descrição da situação de referência, nomeadamente na caracterização dos sistemas ecológicos, uma vez que não é obrigatório por lei o uso dos SE e não existem metodologias que facilitem o emprego dos SE no processo de AIA. Na identificação de impactes, não se encontram menções aos SE, verificando-se ainda que os impactes que são identificados são muito semelhantes, independentemente da tipologia de projeto. Na seção das medidas de mitigação/minimização verifica-se que estas também não se encontram direcionadas para os SE, tendo-se constado não só uma diminuição das medidas propostas ao longo das fases de execução do projeto, mas também uma semelhança nas medidas propostas, transversal às categorias de projeto. Deste modo, torna-se evidente a necessidade de criar uma metodologia que incluía os SE de forma a se inferir mais precisamente quais os verdadeiros impactes nos ecossistemas naturais, económicos e ambientais, permitindo sugerir medidas de mitigação/minimização mais eficientes e direcionadas, garantindo assim sustentabilidade na exploração de recursos naturais, que cada vez mais são mais escassos.

A criação de guias metodológicos, que permitam incluir os SE, num mecanismo de avaliação de impacto ambiental, é uma solução para esta problemática. Estes guias devem ser criados de acordo com a especificidade de cada ecossistema, uma vez que cada ecossistema é uma peça única, com determinadas características e serviços. O guia que se encontra anexado a este documento, é uma sugestão de metodologia que incorpora os SE na elaboração de EIA em florestas de *Quercus sp.*, uma vez que estas florestas autóctones estão expostas a diversos fatores de perturbação antrópica. O guia realizado, no decorrer desta dissertação, reúne um grande número de metodologias associadas a cada indicador de SE, no entanto, é necessário garantir este é

testado na prática, isto é, no desenvolvimento de Estudos de Impacte ambiental, uma vez que só deste modo é possível confirmar a metodologia proposta e tornar o guia mais eficaz.

A fim de testar a aplicação prática do guia, realizou-se uma tentativa de emprego deste, tendo como base um EIA anteriormente realizado e a informação que este continha. O objetivo, deste procedimento era usar a informação que os EIA contêm e tentar através desta inferir sobre o estado de certos SE numa determinada área, que se encontra sujeita a intervenção. No entanto, verificou-se que é possível avaliar alguns indicadores, no entanto, estes não chegam para permitir uma avaliação suficientemente completa dos SE.

Não obstante ao resultado obtido, verificou-se que em muitos casos, pequenas alterações ou acrescentos ao trabalho já realizado, nomeadamente no trabalho de campo ou na pesquisa, torna viável a avaliação dos indicadores propostos no guia metodológico. Apesar da tentativa de aplicação do guia, este ainda não foi testado em prática, , o passo seguinte e fulcral na sua aplicação.

5. Referências Bibliográficas

- Acácio, V., Holmgren, M., Rego, F., Moreira, F., & Mohren, G. M. J. (2009). Are drought and wildfires turning Mediterranean cork oak forests into persistent shrublands? *Agroforestry Systems*, 76(2), 389–400. <https://doi.org/10.1007/s10457-008-9165-y>
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2019a). APA - Instrumentos ; Avaliação de Impacte Ambiental. Retrieved January 14, 2019, from <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=146>
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2019b). APA - Instrumentos; Avaliação de Impacte Ambiental ; Pós - Avaliação. Retrieved February 1, 2019, from <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=146&sub2ref=961>
- Allard, G., Berrahmouni, N., Christophe, B., Boglio, D., BRIENS, M., BRIZAY, A., ... Giovanni Giuseppe, V. (2013). *State of Mediterranean Forests 2013*.
- Almeida, A. F. de. (2011). Cork Oak Woodlands on the Edge: Ecology, adaptive management, and restoration. *Silva Lusitana*, 19, 127–129. Retrieved from http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-63522011000100011&nrm=iso
- Aranbarri, J., González-Sampériz, P., Valero-Garcés, B., Moreno, A., Gil-Romera, G., Sevilla-Callejo, M., ... Carrión, J. S. (2014). Rapid climatic changes and resilient vegetation during the Lateglacial and Holocene in a continental region of south-western Europe. *Global and Planetary Change*, 114, 50–65. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.01.003>
- Araújo, P.V., Clamote, F., Carapeto, A., Porto, M., Malveiro, S., Lourenço, J., Holyoak, D.T., Pereira, A.J., et al. (2019). *Quercus suber* L. - mapa de distribuição. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.flora-on.pt/#wQuercus+suber>
- Araújo, P.V., Almeida, J.D., Clamote, F., Lourenço, J., C. Aguiar, C., Pereira, E.P., Porto, M., Carapeto, A., et al. (2019). *Quercus pyrenaica* Willd. - mapa de distribuição. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.flora-on.pt/#wQuercus+pyrenaica>

- Araújo, P.V., Lourenço, J., Almeida, J.D., Carapeto, A., Vila-Viçosa, C., Pereira, E.P., Henriques, T.M., Peixoto, M., et al. (2019). *Quercus robur* L. - mapa de distribuição. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.flora-on.pt/#wQuercus+robur>
- Baker, J., Sheate, W. R., Phillips, P., & Eales, R. (2013). Ecosystem services in environmental assessment — Help or hindrance? *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.11.004>
- Barrón, E., Rivas-Carballo, R., Postigo-Mijarra, J. M., Alcalde-Olivares, C., Vieira, M., Castro, L., ... Valle-Hernández, M. (2010). The Cenozoic vegetation of the Iberian Peninsula: A synthesis. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162(3), 382–402. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2009.11.007>
- Birot, P. (2004). *Portugal. Estudo de geografia regional*. (Livros Horizonte, Ed.) (2nd ed.). Lisboa.
- Braat, L. C., & de Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services*, 1(1), 4–15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.011>
- Briggs, S., & Hudson, M. D. (2013). Determination of significance in Ecological Impact Assessment: Past change, current practice and future improvements. *Environmental Impact Assessment Review*, 38, 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.04.003>
- Bugalho, M. N., Caldeira, M. C., Pereira, J. S., Aronson, J., & Pausas, J. G. (2011). Mediterranean cork oak savannas require human use to sustain biodiversity and ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(5), 278–286. <https://doi.org/10.1890/100084>
- CABI. (2013). The CABI encyclopedia of forest trees. (C. CABI, Ed.). Wallingford: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780642369.0000>
- Calvo, L., Tárrega, R., & de Luis, E. (1999). Post-fire succession in two *Quercus pyrenaica* communities with different disturbance histories. *ANNALS OF FOREST SCIENCE*, 56(5), 441–447. <https://doi.org/10.1051/forest:19990508>

- Castano-Santamaria, J., Barrio-Anta, M., & Alvarez-Alvarez, P. (2013). Regional-scale stand density management diagrams for Pyrenean oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) stands in north-west Spain. *IForest - Biogeosciences and Forestry*, (3), 113–122. <https://doi.org/10.3832/ifor0880-006>
- CCDR LVT. (2016). Fases da AIA - Ambiente -. Retrieved February 4, 2019, from <http://www.ccdr-lvt.pt/pt/fases-da-aia/9055.htm>
- CICES. (2019). CICES: Towards a common classification of ecosystem services. Retrieved February 1, 2019, from <https://cices.eu/>
- Costa, J. C., Aguiar, C., Capelo, J. H., Lousã, M., & Neto, C. (1998). Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea*, 0, 5–56. Retrieved from http://www3.uma.pt/alfa/biogeografia/artigo_biogeog_pt_JCCosta.pdf
- Damarad, T., & Bekker, G. . (2003). Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure Findings of the COST Action 341. *Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg*, 16. Retrieved from http://www.iene.info/wp-content/uploads/COST341_final_report.pdf
- Declaração de Rectificação n.º 13-H/2001, 2 de Abril, da Presidência do Conselho de Ministros, Pub. L. No. Diário da República n.º 126/2001, 4o Suplemento, Série I-B de 2001-05-31 (2001). Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://dre.pt/pesquisa/-/search/587978/details/maximized>
- De Rigo, D., & Caudullo, G. (2016). *Quercus ilex* in Europe: distribution, habitat, usage and threats.
- Decreto-Lei nº155/2004, de 25 de Maio, do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, Pub. L. No. Diário da República n.º 152/2004, Série I-A de 2004-06-30, 3967 (2004). Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://dre.pt/pesquisa/-/search/517471/details/maximized>
- Decreto-Lei n.º 151-B/2013 de 31 de outubro do Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Pub. L. No. Diário da República n.º 211/2013, 2o Suplemento, Série I de 2013-10-31, 6 (2013). Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://dre.pt/pesquisa/-/search/513863/details/normal?l=1/en/en>

Decreto-Lei n.º 152-B/2017 de 11 de Dezembro de 2017 do Ministério do Ambiente, Pub. L. No. Diário da República n.º 236/2017, 1o Suplemento, Série I de 2017-12-11, 12 (2017). Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://dre.pt/home/-/dre/114337013/details/maximized>

Del Favero, R. (2008). *I boschi delle regioni meridionali e insulari d'Italia: tipologia, funzionamento, selvicoltura*. Padova: CLEUP.

Diehl, K., Burkhard, B., & Jacob, K. (2016). Should the ecosystem services concept be used in European Commission impact assessment? *Ecological Indicators*, 61, 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.07.013>

Directiva 2014/52/UE, de 16 de Abril de 2014, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, 2014 Jornal Oficial da União Europeia § (2014).

English Country Garden. (2016). English Oak Tree - Quercus robur. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.english-country-garden.com/trees/oak.htm>

Fischer, T. (2016). The revised EIA Directive – possible implications for practice in England. *UVP Report*, 30, 106–112. <https://doi.org/10.17442/uvp-report.030.19>

Freeman, C., & Louçã, F. (2002). *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0199251053.001.0001>

Germano, M. A. (2004). *Regime florestal um século de existência*. Lisboa.

Gonzalez, G. L. (2007). *Guía de los arboles y arbustos de la Peninsula Iberica y Baleares. 3ª Edición*. (S.A. MUNDI-PRENSA LIBROS, Ed.).

Guerry, A. D., Polasky, S., Lubchenco, J., Chaplin-Kramer, R., Daily, G. C., Griffin, R., ... Vira, B. (2015). Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7348–7355. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503751112>

Honrado, J. P., Vieira, C., Soares, C., Monteiro, M. B., Marcos, B., Pereira, H. M., & Partidário, M. R. (2013). Can we infer about ecosystem services from EIA and SEA practice? A framework for analysis and examples from Portugal. *Environmental Impact Assessment Review*, 40(1), 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.12.002>

- Houston Durrant, T., de Rigo, D., & Caudullo, G. (2016). *Quercus suber* in Europe: distribution, habitat, usage and threats.
- IAIA. (2009). What Is Impact Assessment? Retrieved February 1, 2019, from https://www.iaia.org/uploads/pdf/What_is_IA_web.pdf
- IAIA. (2019). The leading global network on impact assessment. Retrieved January 31, 2019, from <https://www.iaia.org/index.php>
- ICNF. (2008). *Plano Setorial RN2000 Habitats 1 a 9 — ICNF*. Retrieved from <http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/rn2000/p-set/hab-1a9>
- ICNF. (2013). *6º Inventário Florestal Nacional. Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares*.
- Kasa, S. (2008). Industrial revolutions and environmental problems. *Confluence. Interdisciplinary Communications*, 70–75.
- Landsberg, F., Treweek, J., Stickler, M., Henninger, N., & Venn, O. (2013a). *Weaving Ecosystem Services into Impact Assessment Technical Appendix: A Step-By-Step Method | Version 1.0*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4657.1202>
- Landsberg, F., Treweek, J., Stickler, M. M., Henninger, N., & Venn, O. (2013b). *Weaving ecosystem services into impact assessment. A step-By-Step Method (Version 1.0)*. Retrieved from <http://www.wri.org/publication/weaving-ecosystem-services-into-impact-assessment>
- Lauw, A., Ferreira, A. G., Gomes, A. A., Moreira, A. C., Fonseca, A., Belo, A., ... Oliveira, V. (2013). *Livro Verde dos Montados*. Retrieved from [https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10116/1/Livro Verde dos Montados_Versao online 2013.pdf](https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10116/1/Livro_Verde_dos_Montados_Versao_online_2013.pdf)
- Lei n.º 19/2014, de 14 de Abril, da Assembleia da República, Pub. L. No. Diário da República n.º 73/2014, Série I de 2014-04-14, 2400 (2014). Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://dre.pt/pesquisa/-/search/25344037/details/maximized>
- Lopez Lillo, A., López Santalla, A., Madrid., C., & Obra Social. (2007). *Arboles madrileños: Guía para reconocimiento de arboles y arbustos arboriformes de la ciudad de Madrid*. Madrid: Obra Social Caja Madrid.

- Lorite, J., Salazar, C., Peñast, J., & Valle, F. (2008). Phytosociological review on the forests of *Quercus pyrenaica* Willd. *Acta Botanica Gallica*, 155(2), 219–233. <https://doi.org/10.1080/12538078.2008.10516105>
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Liqueste, C., Braat, L., Berry, P., ... Bidoglio, G. (2013). Mapping and assessment of ecosystems and their services-An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020: discussion paper – final, April 2013. <https://doi.org/10.2779/12398>
- Magri, D., Fineschi, S., Bellarosa, R., Buonamici, A., Sebastiani, F., Schirone, B., ... Vendramin, G. G. (2007). The distribution of *Quercus suber* chloroplast haplotypes matches the palaeogeographical history of the western Mediterranean. *Molecular Ecology*, 16(24), 5259–5266. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03587.x>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis. Ecosystems*. Island Press, Washington, DC.
- Mooney, H., Larigauderie, A., Cesario, M., Elmquist, T., Hoegh-Guldberg, O., Lavorel, S., ... Yahara, T. (2009). Biodiversity, climate change, and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(1), 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.07.006>
- Nunes, L. J. R., Meireles, C. I. R., Gomes, C. J. P., & Ribeiro, N. M. C. A. (2019). The evolution of climate changes in Portugal: Determination of trend series and its impact on forest development. *Climate*, 7(6), 1–23. <https://doi.org/10.3390/cli7060078>
- Pais, J. (1989). Evolução do coberto florestal em Portugal no Neogénico e no Quaternário. *Comum, Serv Geol. Portugal*, 67–72.
- Pais, J. (1996). Paleoetnobotânica (finais séc. XI a séc. XIII–XIV) do Sul de Portugal—Setúbal, Mértola e Silves. *Arqueol Medieval, Mértola*, 277–282.
- Partidário, M. R., & Jesus, J. de. (1994). *Avaliação do Impacte Ambiental*. Costa da Caparica: Centro de Estudos de Planeamento e Gestão do Ambiente.
- Pausas, J. G. (1997). Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science*, 8(5), 703–706. <https://doi.org/10.2307/3237375>
- Pinto, B. S., Aguar, C., & Partidário, M. (2010). Brief Historical Ecology of Northern Portugal during the Holocene. *Environment and History*, 16(1), 3–42. <https://doi.org/10.3197/096734010X485283>

- Pinto da Silva, A. (1991). Algumas características da flora de Portugal. *Ciência e Natureza*, 73–92.
- Portaria n.o 330/2001, de 2 de Abril, do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Pub. L. No. Diário da República n.o 78/2001, Série I-B de 2001-04-02 (2001). Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/345912/details/normal?l=1>
- Porto, M., Araújo, P.V, Clamote, F., Pereira, A.J., A.Carapeto, A., Holyoak, D.T., Malveiro, S., Almeida, J.D., et al. (2019). *Quercus rotundifolia* Lam. - mapa de distribuição. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.flora-on.pt/#wQuercus+rotundifolia>
- Reboredo, F., & Challenges, F. (2014). *Forest Context and Policies in Portugal*. (F. Reboredo, Ed.) (Vol. 19). Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08455-8>
- Reboredo, F., & Pais, J. (2014). Evolution of forest cover in Portugal: A review of the 12th--20th centuries. *Journal of Forestry Research*, 25(2), 249–256. <https://doi.org/10.1007/s11676-014-0456-z>
- Robinson, M. (2009). New quantitative evidence of extreme warmth in the Pliocene Arctic. *Stratigraphy*, 6, 265–276.
- Romane, F., & Terradas, J. (Eds.). (1992). *Quercus ilex L. ecosystems: function, dynamics and management*. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-2836-2>
- Rosa, J. C. S., & Sánchez, L.E. (2016). Advances and challenges of incorporating ecosystem services into impact assessment. *Journal of Environmental Management*, 180, 485–492. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.05.079>
- San-Miguel-Ayan, J., de Rigo, D., Caudullo, G., H. D., & T., Mauri, A. (2016). *European Atlas of Forest Tree Species*. Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- Savill, P. (Ed.). (2013). *The silviculture of trees used in British forestry*. Wallingford: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780640266.0000>
- Schroter, D. (2005). Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe. *Science*, 310(5752), 1333–1337. <https://doi.org/10.1126/science.1115233>

- Slootweg, R., Rajvanshi, A., Mathur, V. B., & Kolhoff, A. (2009). *Biodiversity in Environmental Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139195775>
- TEEB. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*. (P. Kumar., Ed.). Earthscan, London and Washington.
- Van der Knaap, W. O., & Van Leeuwen, J. F. N. (1995). Holocene vegetation succession and degradation as responses to climatic change and human activity in the Serra de Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 89(3–4), 153–211.
[https://doi.org/10.1016/0034-6667\(95\)00048-0](https://doi.org/10.1016/0034-6667(95)00048-0)
- Velasco-Aguirre, P. (2014). Comprehensive study of *Quercus pyrenaica* willd. forests at Iberian Peninsula: indicator species, bioclimatic, and syntaxonomical characteristic, 159. [https://doi.org/ISBN: 978-84-693-1123-3](https://doi.org/ISBN:978-84-693-1123-3)
- Vieira, M., Poças, E., & Pais, J. (2011). Pliocene flora from S. Pedro da Torre deposits (Minho, NW Portugal). *Geodiversitas*, 33, 71–85.
<https://doi.org/10.5252/g2011n1a5>
- Wong, C. P., Jiang, B., Kinzig, A. P., Lee, K. N., & Ouyang, Z. (2015). Linking ecosystem characteristics to final ecosystem services for public policy. *Ecology Letters*, 18(1), 108–118. <https://doi.org/10.1111/ele.12389>

7. Anexos

Anexo I.

Guia de Aplicação dos Serviços de Ecossistema em AIA em
Florestas de *Quercus sp.*

Guia de Aplicação dos Serviços de Ecossistema em AIA em Florestas de *Quercus* *sp.*



Foto de José Pedro Silva, 2019

Paulo Sousa

Mestrado em Ecologia e Ambiente

Biologia

2019

Orientador

Nuno Formigo, Professor Auxiliar, Faculdade de
Ciências da Universidade do Porto

Índice

Lista de tabela	iii
Lista de Imagens	iv
1. Enquadramento	1
2. Metodologia	4
2.1. Identificação do Ecossistema	5
2.1.1. Florestas de <i>Quercus robur</i>	6
2.1.2. Florestas de <i>Quercus pyrenaica</i>	8
2.1.3. Florestas de <i>Quercus rotundifolia</i>	10
2.1.4. Florestas de <i>Quercus suber</i>	12
2.2. Identificação dos Serviços de Ecossistema	13
2.3. Seleção de Indicadores	15
2.3.1. Recolha de dados sobre os Indicadores.....	15
2.3.2. Apresentação dos Resultados	16
2.4. Identificação dos Impactes sobre os Serviços de Ecossistema (SE)	16
2.5. Proposta de Medidas de mitigação/minimização e monitorização	17
3. Guia Serviços de Ecossistema	18
3.1. Serviços de Provisionamento	18
3.2. Serviços de Suporte e Regulação.....	24
3.3. Serviços Culturais.....	34
3.4. Impactes expectáveis na prestação de SE	38
3.5. Medidas de minimização e monitorização relativas aos SE	43
3.5. Monitorização	47
4. Referências Bibliográficas	48

Lista de Tabelas

Tabela 1: Síntese de serviços de ecossistema prestados pelos diferentes tipos de floresta de <i>Quercus sp.</i>	14
Tabela 2 – Possíveis impactes sobre a prestação de SE que podem advir de um projeto sujeito a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA).	39
Tabela 3 – Possíveis medidas de minimização a propor relativas aos Serviços de Ecossistema num Estudo de Impacte Ambiental.	44

Lista de Imagens

Figura 1: Relação entre SE e a AIA e os impactes sociais (Landsberg, Treweek, Stickler, Henninger, & Venn, 2013)	2
Figura 2: Esquema da abordagem metodológica descrita neste guia.	4
Figuras 3 e 4: Distribuição de <i>Quercus robur</i> presentes no país e exemplar de <i>Quercus robur</i> Araújo, P.V., Lourenço, J., Almeida, J.D., Carapeto, A., Vila-Viçosa, C., Pereira, E.P., Henriques, T.M., Peixoto, M., et al. 2019, English Country Garden, 2016).	6
Figura 5 e 6: Distribuição de <i>Quercus pyrenaica</i> presentes no país e exemplar de <i>Quercus pyrenaica</i> (Araújo, P.V., Almeida, J.D., Clamote, F., Lourenço, J., C.Aguiar, C., Pereira, E.P., Porto, M., Carapeto, A., et al. 2019).	8
Figura 7 e 8: Distribuição de <i>Quercus rotundifolia</i> presentes no país e exemplar de <i>Quercus rotundifolia</i> (Porto, M., Araújo, P.V., Clamote, F., Pereira, A.J., A.Carapeto, A., Holyoak, D.T., Malveiro, S., Almeida, J.D., et al. 2019).....	10
Figura 9 e 10: Distribuição de <i>Quercus suber</i> presentes no País e exemplar de <i>Quercus suber</i> (Araújo, P.V., Clamote, F., Carapeto, A., Porto, M., Malveiro, S., Lourenço, J., Holyoak, D.T., Pereira, A.J., et al, 2019)	12
Figura 11. Equações de biomassa ajustadas para as várias componentes da árvore, nomeadamente equações para <i>Quercus pyrenaica</i> (equação 2, 3 e 4) ajustadas por CARVALHO (2003)	19
Figura 12. Calculador de impactes: método de avaliação qualitativa dos impactes expectáveis para um determinado projeto, adaptado por Lopes, 2013... ..	42

1. Enquadramento

Desde a revolução industrial até aos nossos dias as inovações e avanços tecnológico-científicos apresentaram um crescimento exponencial, mas que, não obstante, começaram a exercer uma pressão cada vez maior sobre os ecossistemas e fizeram mudanças sem precedentes na estrutura dos mesmos, para atender às crescentes demandas por recursos naturais, tais como alimentos, água doce, fibras e energia (Freeman & Louçã, 2002; Kasa, 2008).

Essas mudanças ajudaram a melhorar a qualidade de vida de bilhões de pessoas, mas ao mesmo tempo enfraqueceram a capacidade da natureza de prestar outros serviços essenciais, como a purificação do ar e da água, a proteção contra desastres e o fornecimento de matérias primas para medicamentos (Kasa, 2008).

Outra problemática extremamente relevante nos dias hoje, é a questão as alterações climáticas e os efeitos que estas provocam nos ecossistemas. De facto, projeta-se que os crescentes níveis de CO₂, bem como as alterações climáticas que daí advém, irão continuar a afetar diretamente e indiretamente os seres vivos, sendo esta combinação de efeitos diretos e indiretos que faz das alterações climáticas um problema sério e grave que afeta os ecossistemas e o seus serviços (Mooney et al., 2009)

A tendência geral é que as pressões sobre os ecossistemas aumentem globalmente nas próximas décadas, a menos que as atitudes e as ações humanas se alterem (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

A imperatividade de mudar o paradigma leva a que seja imprescindível a necessidade de mudar o contexto em que as decisões económicas, políticas e sociais são tomadas, de modo a incutir novas metodologias que permitam aumentar a eficiência da proteção dos recursos naturais, face as crescentes ameaças a que estão sujeitos.

A diretiva 2014/52/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de abril de 2014 veio realçar várias questões, tais como a eficiência e a sustentabilidade na utilização dos recursos ou a proteção da biodiversidade. Neste mesmo documento, as alterações climáticas e o uso do solo, ganham uma maior relevância nos processos de decisão política, que leva, consequentemente à criação de novas ferramentas que permitem melhorar os mecanismo de tomada de decisão, nomeadamente em processos de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) (Directiva 2014/52/UE, de 16 de Abril de 2014, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, 2014).

A inclusão dos serviços de ecossistema (SE) num processo de AIA, é um passo em frente no que diz respeito à sustentabilidade, uma vez que nos permite depreender não só sobre o pilar ambiental, mas também sobre os outros dois pilares: económico e social. Esta ferramenta permite inferir mais precisamente sobre quais os verdadeiros impactos de um determinado projeto, possibilitando não só a sugestão de medidas de mitigação e minimização mais adequadas, mas também a tomar a decisão mais acertada, (Braat & de Groot, 2012). (Fig.1)

Os serviços de ecossistema são os benefícios que os ecossistemas fornecem às pessoas, segundo o *Millennium Ecosystem Assessment*. Estes consistem em todos os produtos e processos naturais que contribuem para o bem-estar, bem como para o prazer pessoal e social derivado da natureza sendo que, ecossistemas diferentes fornecem distintos serviços de ecossistema, existindo compensações e sinergias entre os diferentes tipos de serviços e ecossistemas, funcionando muitas vezes como um puzzle, contribuindo para um bem-estar não só ambiental, mas também socioeconómico.

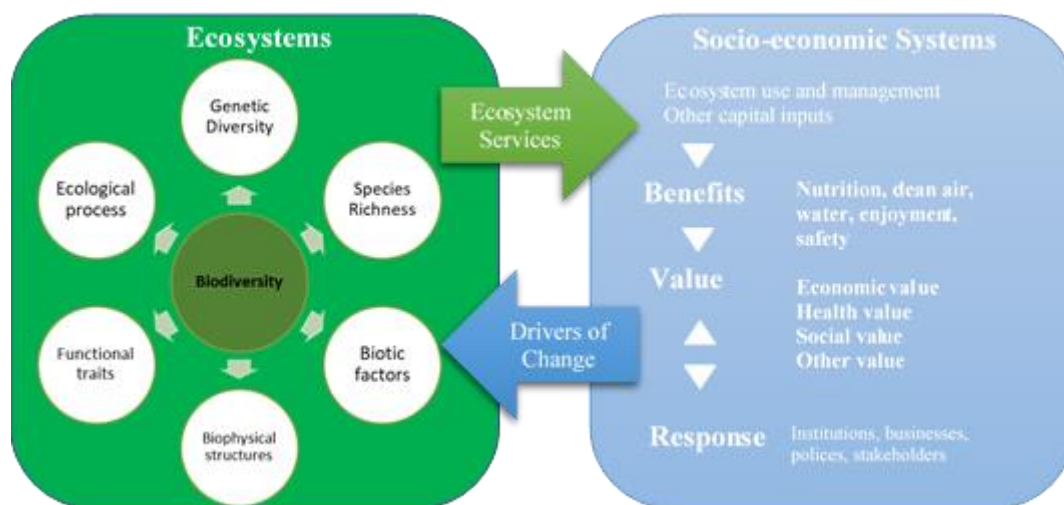


Fig.1: Relação entre os Ecossistemas e os sistemas socioeconómicos adaptado de (Maes et al., 2013)

Em Portugal, a floresta é o ecossistema terrestre que ocupa maior área (ICNF, 2013) e que alberga a maior quantidade de biodiversidade. Uma grande quantidade de serviços de ecossistema, como por exemplo a regulação climática, o controlo climático e de erosão do solo, a produção de madeira e alimentos, zonas de lazer entre muitos outros, são também fornecidos por este ecossistema, podendo estes benefícios ser obtidos de forma direta ou indireta (TEEB, 2010) .

No entanto, apesar da sua importância, por ser o ecossistema que ocupa uma maior área, é também uma maior pressão que frequentemente se encontra sobre uma maior pressão antrópica, sujeito à execução de determinados projetos e alterações no uso de solo, bem como à influência das alterações climáticas.

Este guia vai ter como foco os ecossistemas e respetivos serviços de ecossistema das florestas de carvalhos, nomeadamente *Quercus robur*, *Quercus rotundifolia*, *Quercus suber* e *Quercus pyrenaica*, uma vez que são florestas autóctones de Portugal que têm vindo a desaparecer devido a diversos erros, como por exemplo a introdução de espécies não nativas (tais como *Fagus sylvatica*, *Pinus spp.*, *Eucalyptus spp.* e *Acacia spp.*), o aumento de pressão antrópica sobre estes ecossistemas, as alterações climáticas e a falta de proteção das comunidades autóctones (Pinto da Silva, 1991).

2. Metodologia

Este guia foi construído, para servir de ferramenta de apoio à elaboração de um processo de Avaliação de Impacte Ambiental, usando os Serviços de Ecossistema.

Para tal ele funciona tendo em conta 5 tarefas Fig. 2).

A primeira tarefa é identificar qual o ecossistema dominante na área de execução de determinado projeto

Posteriormente procura-se reconhecer quais são os serviços de ecossistema que são prestados por esse ecossistema. Identificados quais os SE, seleciona-se os indicadores que fornecem informação sobre os SE.

Após a de quais os indicadores apropriados para cada procede-se à escolha da metodologia mais apropriada para a recolha e análise de dados, de modo a garantir a potencial comparação entre resultados (vão ser sugeridas algumas metodologias).

Por último é necessário apresentar e interpretar os resultados, para isso sugere-se que seja atribuído com base nos indicadores escolhidos, numa escala de 1 a 5 (1 significa que o S.E. está em mau estado, 5 corresponde a um estado excelente).



Fig. 2: Esquema da abordagem metodológica descrita neste guia.

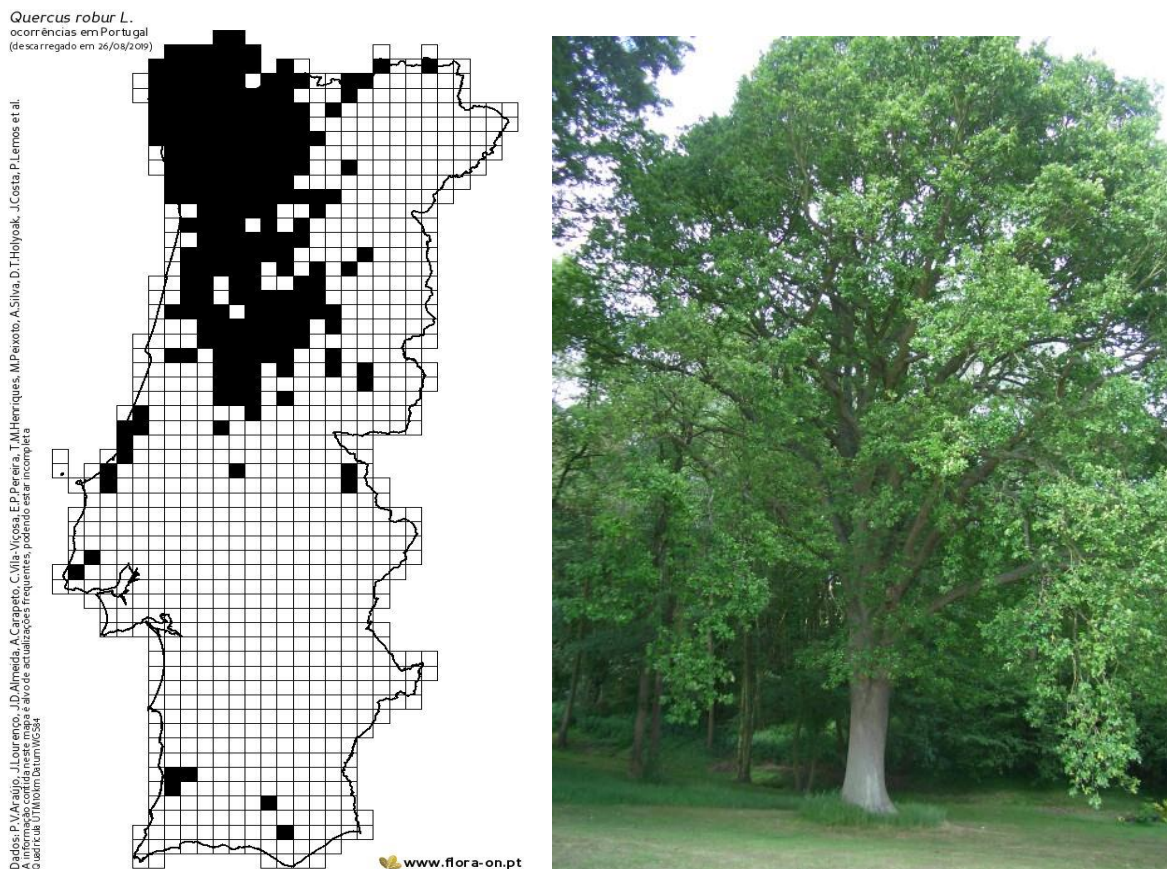
2.1. Identificação do Ecossistema

Em Portugal existem vários tipos de ecossistema, formados pelos mais diversos tipos de habitat, sejam ele terrestre ou aquático. Segundo a diretiva habitats (Diretiva 92/43/CEE, de 1 de Maio de 2004, da Comissão Europeia, 2004) os principais tipos de ecossistema que existem são: ecossistemas costeiros, ecossistemas dunares, ecossistemas formados por habitats de água doce, ecossistemas formados por zonas de mato, ecossistemas formados por habitats rochosos e grutas e ecossistemas florestais.

Como referido anteriormente, cada ecossistema, é singular nos serviços de ecossistema que presta, portanto é crucial identificar o tipo de ecossistema dominante, antes de se poder avançar para os passos seguintes.

Este guia centra-se exclusivamente em ecossistema florestais, nomeadamente as Florestas de *Quercus sp.*

2.1.1. Florestas de *Quercus robur*



Figuras 3 e 4: Distribuição de *Quercus robur* presentes no País e exemplar de *Quercus robur* (Araújo, P.V., Lourenço, J., Almeida, J.D., Carapeto, A., Vila-Viçosa, C., Pereira, E.P., Henriques, T.M., Peixoto, M., et al. 2019, English Country Garden, 2016)

Estas florestas são caracterizadas pela existência de árvores de grandes dimensões, de folha caduca, que conseguem atingir uma elevada longevidade (mais de 1000 anos em alguns casos) e atingir dimensões superiores a 40 metros de altura e 3 metros de diâmetro, embora, em média, não ultrapassem os 30 metros de altura e 1 metro de diâmetro. Esta espécie, tal como outras do género *Quercus*, possui uma grande variabilidade morfológica. Os troncos são frequentemente de cor cinzenta, fissurados, formando blocos alongados, retangulares. As folhas são simples, obovadas-oblongas e profunda e irregularmente lobuladas, com pedúnculo curto (2-7 mm) (San-Miguel-Ayanz et al., 2016).

O *Quercus robur*, possui uma distribuição muito alargada que está compreendida entre as latitudes mais elevadas da Europa (países como Noruega), até países de influência mediterrânea como Portugal, Itália e Grécia. No que diz respeito a limite de altitude esta espécie pode ser encontrada até cerca de 1300 metros de altura, uma vez que o

Quercus robur é bastante resistente, podendo ser encontrada numa grande amplitude de fatores ecológicos, sendo capaz de dominar florestas que não possuam altitudes elevadas. São consideradas espécies arbóreas pioneiras, uma vez que as suas bolotas possuem grandes reservas e também por serem capazes de sobreviver entre as ervas, enquanto desenvolve raízes suficientemente profundas para permitir o rápido crescimento de rebentos(Savill, 2013).

Esta espécie possui ainda características que permitem resistir a períodos de frio extremo e de geadas, como desenvolver folha ate ao fim do mês de março onde as temperaturas são mais elevadas, e também a existência de “taproots”, que lhes permite resistir a períodos de vento forte, bem como aceder a fontes de água mais profundas, em períodos de seca. Regra geral, esta espécie procura climas continentais, húmidos, com solos mais pesados (CABI,2013).

2.1.2. Florestas de *Quercus pyrenaica*

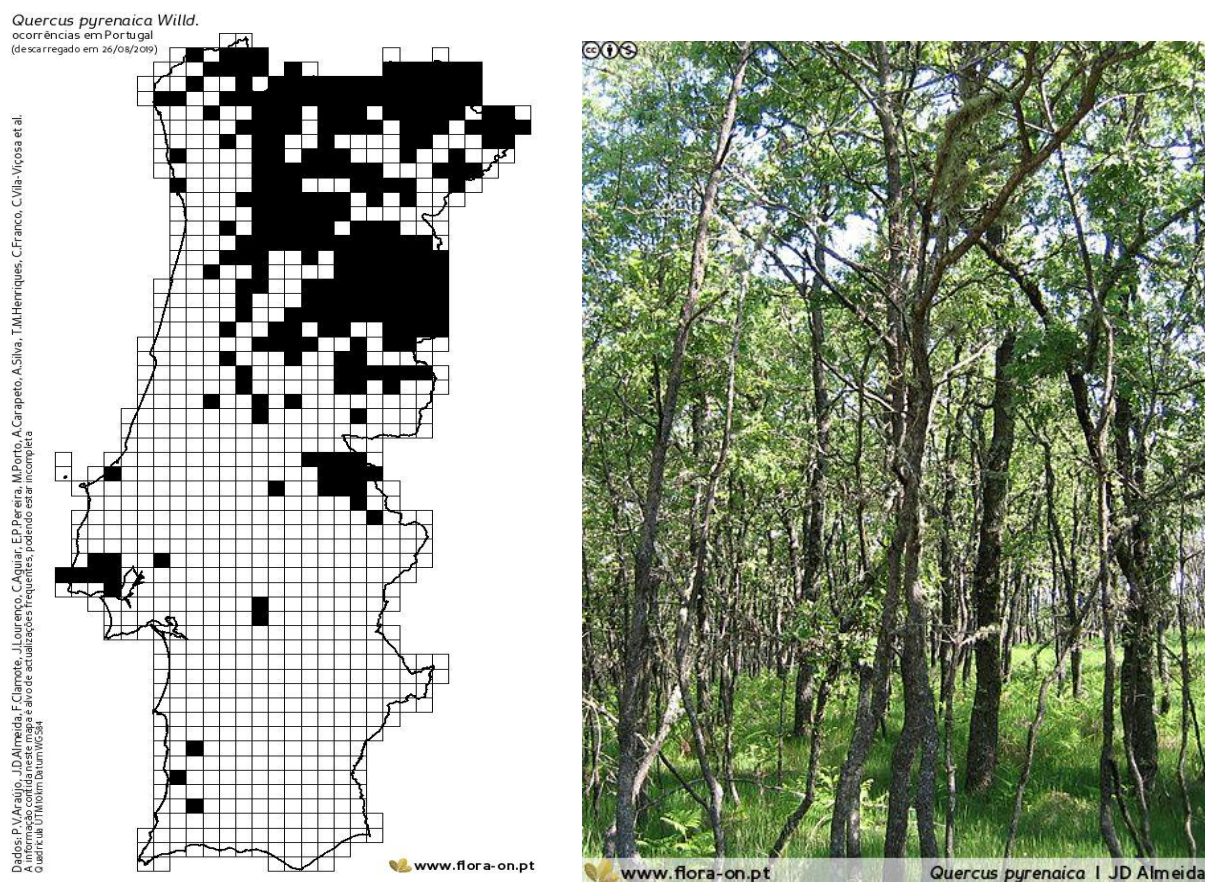


Figura 5 e 6: Distribuição de *Quercus pyrenaica* presentes no País e exemplar de *Quercus pyrenaica* (Araújo, P.V., Almeida, J.D., Clamote, F., Lourenço, J., C. Aguiar, C., Pereira, E.P., Porto, M., Carapeto, A., et al. 2019)

As florestas dominadas pelo *Quercus pyrenaica* são caracterizadas pela existência de carvalhos de tamanho médio que crescem normalmente entre os 20 e os 25 metros de altura. Apesar de ser uma espécie de folha caduca, a folha só cai na primavera e possui adaptações, tais como a existência de uma “taproot” profunda, que permite à árvore atingir a água disponível no solo, em profundidades maiores - estas são duas adaptações a climas de características mais quente. A sua coroa é irregular com muitas ramificações (Lopez Lillo, López Santalla, Madrid., & Obra Social, 2007; San-Miguel-Ayanz et al., 2016). As folhas são simples e alternadas, de tamanho variado, possuindo lóbulos irregulares profundos e pronunciados (4 a 8 pares), aveludados com pelos estrelados nas laterais, conferindo um aspeto cinza e auxiliando na resistência à seca periódica (Lorite, Salazar, Peñast, & Valle, 2008).

Estas florestas podem ser encontradas em todas as regiões atlântico-mediterânicas ocidentais (França Ocidental, Portugal, Espanha e Marrocos do Norte) numa vasta gama de altitudes, desde o nível do mar até mais de 2000 m. Este carvalho é uma árvore

intermediária, entre espécies temperadas e mediterrâneas, que cresce predominantemente em áreas de montanha média, em solos siliciosos (Lorite et al., 2008).

Este carvalho é uma espécie de transição entre zonas temperadas sub-húmida e zonas semiáridas mediterrânicas. Um dos fatores que limita a sua distribuição é o facto de possuir uma estação de crescimento. Necessita de uma precipitação mínima de verão de cerca de 100 mm e de uma precipitação média anual em torno de 600 mm para crescer, o que faz com que evite zonas de secas extremas e prolongadas, nomeadamente no verão (Velasco Aguirre, 2014). As exigências do *Quercus pyrenaica* no que diz respeito à quantidade de água e a características do solo inserem esta espécie numa zona intermédia no que diz concerne a carvalhos puros de zonas atlânticas, e carvalhos puros de zonas mediterrâneas (Castano-Santamaria, Barrio-Anta, & Alvarez-Alvarez, 2013). Este carvalho prefere zonas montanhosas, principalmente com solos arenosos, soltos e siliciosos (Gonzalez, 2007). O facto de ser uma espécie de larga distribuição faz com que haja uma grande variabilidade morfológica.

2.1.3. Florestas de *Quercus rotundifolia*

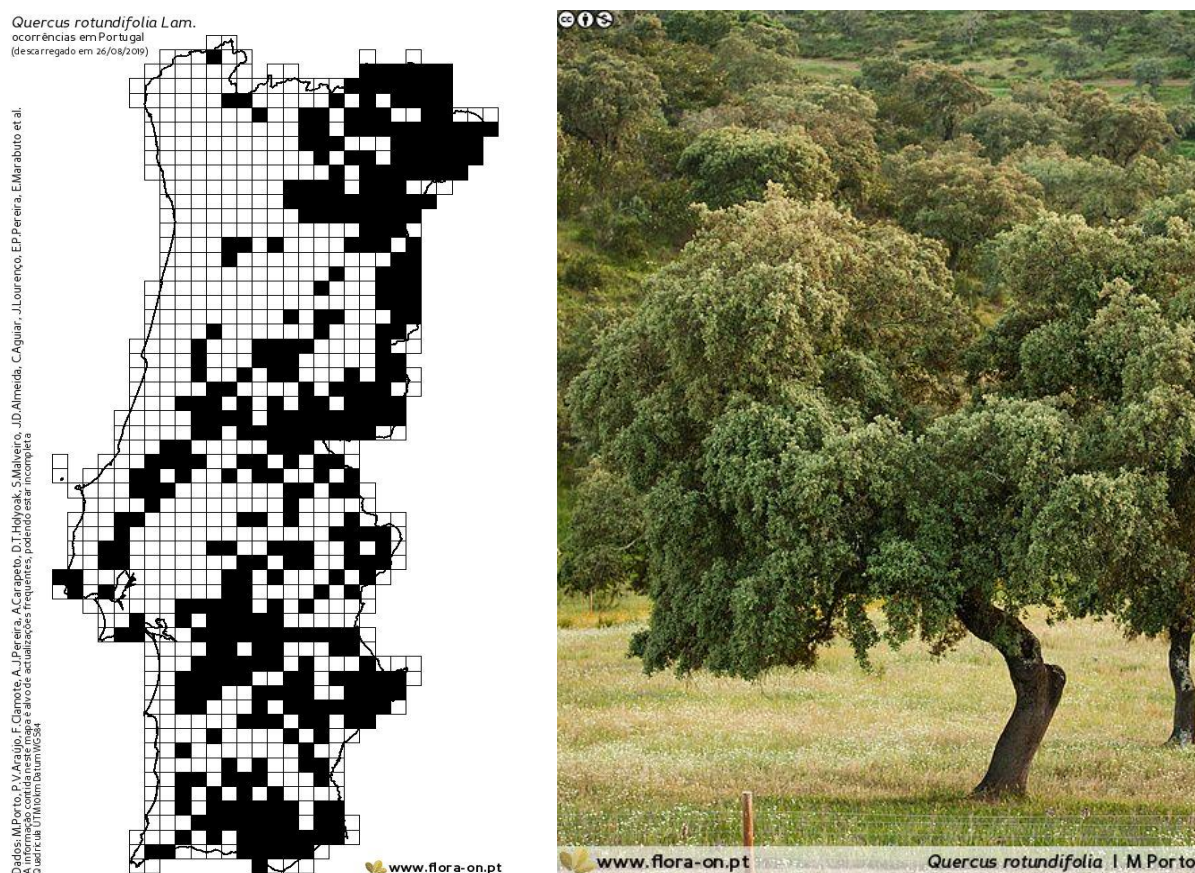


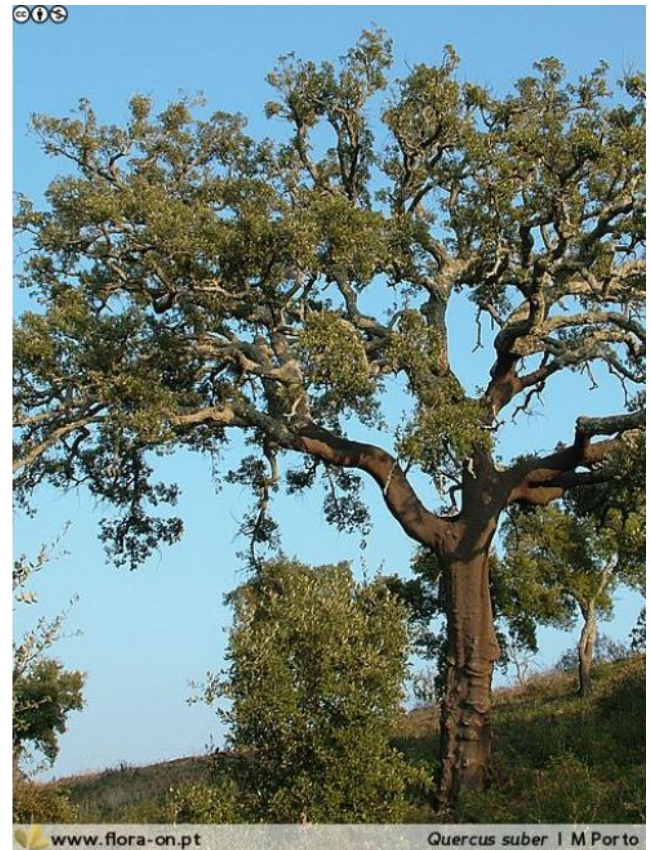
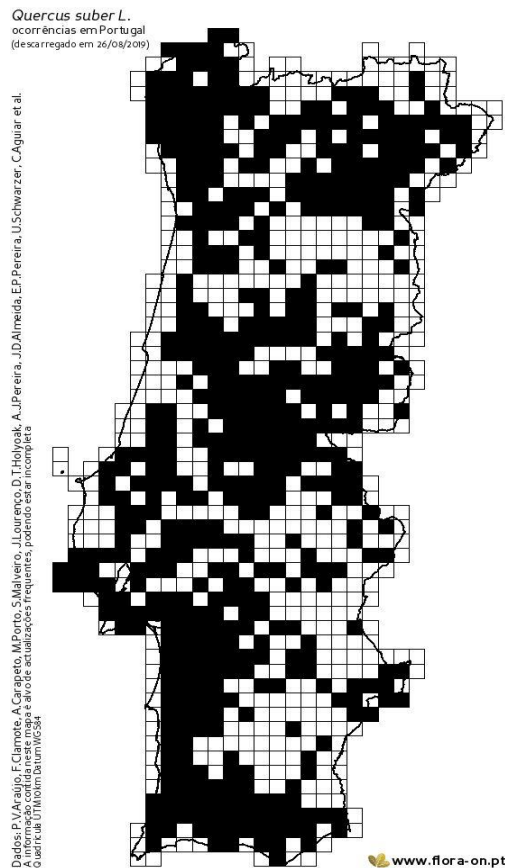
Figura 7 e 8: Distribuição de *Quercus rotundifolia* presentes no País e exemplar de *Quercus rotundifolia* (Porto, M., Araújo, P.V., Clamote, F., Pereira, A.J., A.Carapeto, A., Holyoak, D.T., Malveiro, S., Almeida, J.D., et al. 2019)

As florestas de *Quercus rotundifolia*, frequente conhecido como azinheira, são caracterizadas pela existência de árvores de folha larga ou arbusto, que pode crescer até 25 metros de altura e até cerca de 2 metros de diâmetro, podendo atingir longevidades de 1000 anos (CABI,2013). É caracterizada por folhas coriáceas verde-escuras com um lado lanoso inferior e pequenas bolotas (de Rigo & Caudullo, 2016). Apesar de ser uma espécie de folha perene, folhas novas podem aparecer no outono após verões muito secos (CABI,2013). É uma espécie nativa da zona centro oeste da Bacia-Mediterrânea, onde representa uma espécie dominante. Prospera em zonas de climas mediterrâneos, formando florestas extremamente ricas em biodiversidade. Na península ibérica, as florestas desta espécie de *Quercus*, são muitas vezes exploradas na forma de montado, que consiste num sistema agro-silva-pastoril, onde encontramos azinheiras e sobreiros afastados um dos outros, onde o gado pasta (de Rigo & Caudullo, 2016).

A azinheira é uma espécie que é bastante tolerante no que diz respeito a tipos de solo, clima e altitude, suportando solos que podem ir de áridos, em zonas com menores níveis

de precipitação, a húmidos, em a zonas que possuem elevados níveis de precipitação, e desde de zonas elevadas temperaturas até zonas de elevada altitude associadas a temperaturas baixas (Romane & Terradas, 1992). As folhas são de pequenas dimensões e coriáceas, tendo o lado inferior coberto por pelos brancos, estas características são típicas das espécies esclerofilas, permitindo reduzir a transpiração e melhorar a sua resistência à seca (de Rigo & Caudullo, 2016). Outra caraterística desta espécie é o facto de poder suspender as suas atividades vegetativas em períodos de seca extrema, reativando-os quando a água fica novamente disponível (Del Favero, 2008).

2.1.4. Florestas de *Quercus suber*



Figuras 9 e 10: Distribuição de *Quercus suber* presentes no País e exemplar de *Quercus suber* (Araújo, P.V., Clamote, F., Carapeto, A., Porto, M., Malveiro, S., Lourenço, J., Holyoak, D.T., Pereira, A.J., et al, 2019)

As florestas *Quercus suber*, ou montados, são caracterizadas pela existência de árvores do gênero *Quercus*, de folha perene, nativo da região mediterrânea, cujo nome comum é Sobreiro. Esta espécie pode crescer até 20 metros de altura, 1.5 metros de diâmetro e ter uma longevidade de cerca de 200 anos (CABI,2013). Uma das características mais representativas é a sua casca, chamada de cortiça, que pode ser colhida periodicamente e usada como matéria-prima. A casca (cortiça) é uma adaptação a climas quentes e secos uma vez que permite sobreviver a incêndios (Houston Durrant, de Rigo, & Caudullo, 2016). As folhas desta árvore são esclerofilas, de cor verde na parte superior e acinzentada na parte inferior. O seu fruto é a bolota, que pode ter grandes variações no número em que é produzida (Almeida, 2011).

As florestas desta espécie podem ser encontradas em quase todos os países de influência mediterrânea, não obstante a maioria das florestas encontram-se na Península Ibérica. É ainda de salientar que esta espécie têm vindo a ser introduzida em

outros países, fora da zona mediterrânea, com vista à exploração de cortiça (ALLARD et al., 2013).

O sobreiro é normalmente encontrado em floresta de povoamentos densos, ou abertos, ou ainda junto a outras espécies tais como o *Pinus pinaster*, ou a outras espécies de carvalho (Magri et al., 2007). Frequentemente encontra-se associado a ecossistemas agro-silva-pastoris, chamados de montado, onde árvores maduras e dispersas coexistem com um estrato de sub-bosque composto por pastagens e cultura de cereais (Almeida, 2011). O sobreiro demonstra preferência por temperaturas médias de 15°C no entanto pode suportar temperaturas negativas não inferiores a -10º celsius, o que restringe o seu limite de distribuição a norte e em altitude, não ultrapassando os 800 metros (Almeida, 2011). No que diz respeito às condições do solo é capaz de suportar uma grande variedade de condições e de tipos de solo. Possui um elevado número de adaptações a climas secos e quentes tais como, um sistema radicular extenso e profundo, e a capacidade de fechar os seus estomas permitindo restringir perdas de água (Almeida, 2011). No entanto, não é raro a presença desta espécie onde a precipitação abunda

2.2. Identificação dos Serviços de Ecossistema

Segundo a CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) pode classificar-se os serviços de ecossistema em três categorias (CICES, 2019): Serviços de provisionamento, Serviços de manutenção e regulação e Serviços Culturais.

As florestas de *Quercus sp.* são bastante completas e diversificadas no que diz respeito ao tipo de serviços que fornecem à sociedade, facultando frequentemente serviços que se enquadram nas 3 tipologias estabelecidas pelo CICES. A tabela abaixo apresentada, apresenta uma compilação onde está indicado quais os serviços que são fornecidos por cada tipo de floresta de *Quercus sp.*

Tabela 1: Síntese dos Serviços de Ecossistema prestados pelos diferentes tipos de floresta de *Quercus* sp.

Serviços de Ecossistema\Tipos de Floresta		<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus pyrenaica</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus suber</i>
Serviços de Manutenção e Regulação	Sequestração de CO ₂	X	X	X	X
	Regulação Climática	X	X		
	Prevenção de Fenómenos Catastróficos	X	X		
	Regulação do Ciclo da Água	X	X	X	X
	Retenção e Formação do Solo	X	X	X	X
	Regulação do Ciclo de Nutrientes	X	X	X	X
	Eliminação-Reciclagem de Resíduos	X	X		
	Refúgio para Biodiversidade	X	X	X	X
Serviços de Provisão	Produção de Alimentos	X	X		
	Produção de Madeira	X	X	X	X
	Produção de Cortiça				X
Serviços Culturais	Informação Estética	X	X	X	X
	Recreação	X	X		
	Informação Artística e Cultural	X	X		
	Informação Espiritual e Cultural	X	X		
	Informação Espiritual e Histórica			X	X
	Educação e Ciência	X	X	X	X

2.3. Seleção de Indicadores (Forest Stewardship Council, 2018)

O que é um bom indicador de Serviço de Ecossistema?

Um indicador é definido como uma variável que pode ser quantificada, usada como representação de um fator que não é diretamente quantificável (BusinessDictionary, 2019).

Caraterísticas para um bom indicador (Werner & Gallo-Orsi, 2016):

- Específico: ao contexto local e ao resultado a ser medido;
- Sensível: o indicador deve ser capaz de detetar rapidamente mudanças, além de responder a mudanças positivas e negativas;
- Mesurável: quantitativamente, se possível;
- Realizável: a monitorização do indicador deve ser viável, dados os recursos disponíveis e a capacidade técnica;
- Relevante para as metas de monitorização e para os objetivos de gestão florestal;
- Intuitivo: referindo se o indicador é fácil de entender para as partes interessadas, beneficiários e (potenciais) compradores;

2.3.1 Recolha de dados sobre os indicadores

Antes de se selecionar uma metodologia, deve-se ter em conta fatores que podem provocar variações no indicador escolhido (nomeadamente fatores espaciais e temporais) a fim de levar isso em consideração na escolha da estratégia de amostragem. Estes fatores podem implicar o risco de uma má interpretação nos resultados, podendo considerar-se erradamente que ocorreu uma mudança provocada pelos planos de mitigação/minimização.

Os dados para inferir sobre os indicadores dos serviços de ecossistema podem ser encontrados e obtidos através de vários métodos e em diferentes escalas (Brown et al., 2014) :

- Dados estatísticos nacionais e regionais
- Observações in-situ
- Observação remota (satélites e drones)

- Uso de modelos

Nota: Os dados devem ser recolhidos seguindo as orientações de protocolos previamente definidos na metodologia, sendo estes sugeridos com base na bibliografia

Deve ser feita uma análise que permita inferir através dos dados previamente recolhidos, o estado dos serviços de ecossistema.

Comparação dos dados recolhidos com literatura de modo a interpretar os resultados obtidos

2.3.2. Apresentação dos Resultados

Os valores obtidos na análise dos indicadores devem ser comparáveis; em outras palavras, os valores precisam estar nas mesmas unidades de medida e no mesmo nível de precisão. Sempre que houver dados deve-se representar uma tendência temporal. O uso de elementos visuais como gráficos, tabela, mapas e fotos são também um modo eficaz de transmissão de informações úteis e podem fazer parte da evidência para demonstrar um impacto nos serviços de ecossistema. Os resultados obtidos devem ser explicados de forma concisa e compreensível, não só a comunidade científica, mas também a sociedade em geral, de modo a garantir uma participação mais informada por parte dos *Stakeholders* (Forest Stewardship Council, 2018).

2.4. Identificação dos Impactes sobre os SE

Após análise dos SE, fornecidos pelo ecossistema é necessário inferir sobre os impactes que uns determinados projetos têm sobre o ecossistema e sobre os SE que este presta.

Feita a identificação dos impactes, segue-se a avaliação qualitativa dos mesmos.

2.5. Proposta de Medidas de mitigação/minimização e monitorização

Identificados os impactes é necessário sugerir medidas de mitigação e minimização que procurem proteger e preservar não só a integridade dos ecossistemas, mas também garantir que os serviços de ecossistema continuam a ser prestados, mesmo após a execução do processo.

A inclusão de um processo de monitorização é de extrema importância pois este processo procura avaliar não só se as medidas de mitigação/minimização estão a ser seguidas e executadas, bem como verificar a sua efetividade, procurando garantir que os ecossistemas e seus serviços não possuem mais danos que os inicialmente previstos. Os planos de monitorização devem ter em consideração os indicadores analisados previamente bem como fatores espaciais e temporais (nomeadamente a sazonalidade).

3. Guia Serviços de Ecossistema

3.1. Serviços de provisionamento

Serviços bióticos

Biomassa > plantas (cultivadas ou selvagens) > fibras ou outros materiais para uso direto ou processamento: madeira e polpa, materiais para construção, óleos essenciais, resinas, cortiça.

Potencial fonte de dados: *FOREST database* (JRC), para provisionamento de materiais e para cobertura do solo (aplicável a outros serviços/indicadores) (Egoh, Drakou, Dunbar, Maes, & Louise Willemen, 2012).

- Stock de biomassa florestal (Kg/ha ou m²) – essencialmente, biomassa arbórea pode corresponder à biomassa total ou à comercial; pode ser avaliada diretamente, através do corte e pesagem das árvores de uma determinada parcela (e medições de volume e densidade), seguido de uma extrapolação para o local de interesse - esta designa-se de amostragem destrutiva. Pode ser avaliada indiretamente através de estimativas/correlação da biomassa com alguma variável obtida através de medições de campo; estas incluem principalmente a medição da altura e do diâmetro, resultando num inventário florestal, que pode incluir outras medições/variáveis; estas variáveis podem ser inseridas em equações alométricas de forma a obter a biomassa; a biomassa pode também ser obtida através de índices de vegetação, que têm origem em imagens de satélite ou outras técnicas de deteção remota. (Embrapa Florestas & Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2014; Ferraz et al., 2014; Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017; Silveira, Koehler, Sanquetta, & Arce, 2008)

<i>Quercus pyrenaica</i> (Qp):	equações de biomassa (CARVALHO, 2003)		
B_{copa}	$\text{Log}(B) = -14,246 + 2,248 \text{Ln}(d^2 \times h) - 1,972E^{-2} \times (lcl \times h)$		(Equação 2)
B_{tronco}	$\text{Ln}(B) = -3,323 + 0,950 \text{Ln}(d^2 \times h)$		(Equação 3)
$B_{braizes}$	$B = (B_{copa} + B_{tronco}) \times 0,3065$		(Equação 4)
<i>Pinus pinaster</i> (Pb):	equações de biomassa (LOPES, 2005)		
B_{copa}	$\text{Log}(B) = 2,911 + 2,130 \text{Log}(d)$	$R^2 = 0,765$	(Equação 5)
B_{tronco}	$\text{Log}(B) = 3,769 + 2,706 \text{Log}(d)$	$R^2 = 0,986$	(Equação 6)
$B_{braizes}$	$\text{Log}(B) = 1,972 + 1,221 \text{Log}(d)$	$R^2 = 0,937$	(Equação 7)

B - biomassa, B_{copa} - biomassa da copa, B_{tronco} - biomassa do tronco, d - diâmetro à altura do peito (cm para *Quercus pyrenaica* e m para *Pinus pinaster*), h - altura total (m), lcl - comprimento da projecção da copa (m^2)

Fig. 11. equações de biomassa ajustadas para as várias componentes da árvore, nomeadamente equações para *Quercus pyrenaica* (equação 2, 3 e 4) ajustadas por CARVALHO (2003)

- Produtividade primária líquida (Kg/ha/ano) – obtida a partir da biomassa

$$PPL = \Delta B + \text{Perdas}$$

em que ΔB representa o acréscimo de biomassa no estrato arbóreo, no período de tempo considerado (2006 a 2009), e inclui ainda o crescimento em biomassa do sub coberto, no mesmo período de tempo (Nunes et al., 2010; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017)

- Volume e taxas de colheita de árvores com valor comercial / consumo de madeira (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – através da chamada biomassa comercial, que em caso de abate das árvores, pode ser obtida através de amostragem destrutiva; esta informação poderá já existir e ser fornecida pela entidade responsável pelo abate das árvores e comercialização da madeira.
- Consumo de cortiça (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – valores podem ser obtidos através do cálculo da biomassa comercial; esta informação poderá já existir e ser fornecida pela entidade responsável pela comercialização de cortiça e resinas.
- Valor comercial da madeira (Berghöfer & Schneider, 2015) – avaliar o preço de mercado

- Área ocupada e distribuição de árvores para produção de madeira (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – análise da cobertura do solo, que pode ser feita através de mapas de uso do solo existentes ou de outros tipos de dados derivados de trabalho de campo e/ou da deteção remota (uso de software como o SIG)

Biomassa > plantas (cultivadas ou selvagens) > propósito nutricional: pinhão, cogumelos, frutos silvestres

- Produtividade primária líquida (Kg/ha/ano) – obtida a partir da biomassa

$$PPL = \Delta B + \text{Perdas}$$

em que ΔB representa o acréscimo de biomassa no estrato arbóreo, no período de tempo considerado (2006 a 2009), e inclui ainda o crescimento em biomassa do sub coberto, no mesmo período de tempo (Nunes et al., 2010; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017)

- Parâmetros climatológicos (Egoh et al., 2012) – parâmetros como temperatura, humidade atmosférica, precipitação, insolação, vento, pressão atmosférica influenciam o desenvolvimento de uma floresta; a sua análise permite avaliar se há condições para a ocorrência deste S.E.; a informação sobre estes parâmetros já existe atualmente nos EIA, na secção correspondente ao clima, e tem origem em dados obtidos a partir de estações meteorológicas (Ahmed et al., 1998; Xia, Fabian, Stohl, & Winterhalter, 1999).
- Distribuição de frutos silvestres e/ou cogumelos (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – avaliada a partir de reconhecimentos de campo e/ou de deteção remota, o que poderá permitir a elaboração de mapas de distribuição para cada espécie.
- Densidade populacional de cada espécie (incluindo do pinheiro-manso, para produção de pinhão) (Berghöfer & Schneider, 2015) – determinar nº de indivíduos por unidade de área; é necessário trabalho de campo, com a definição do método de amostragem a utilizar, o que vai depender da espécie em causa e da dimensão do local em estudo (transeptos, quadrados, contagens totais).

- Valor comercial destes produtos (€/ha/ano) (Berghöfer & Schneider, 2015; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017) – avaliar diretamente o preço de mercado dos bens alimentares produzidos no local em estudo.
- Volume de colheita/comércio de frutos silvestres, cogumelos(Kg/ha/ano) (Berghöfer & Schneider, 2015; Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) - esta informação poderá ser fornecida pela entidade responsável pela colheita e comercialização destes produtos.

Biomassa > plantas (cultivadas ou selvagens) > fonte de energia: biocombustíveis (madeira)

- Stock/consumo de madeira usada como combustível (fração do stock de biomassa florestal) (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – na maioria dos casos, a madeira usada para combustível corresponde a resíduos resultantes do corte das árvores ou a desperdícios e subprodutos derivados das indústrias de processamento da madeira; por essa razão, torna-se difícil determinar qual a % da biomassa florestal total usada como combustível (EEA, 2016). Para além disso, o processo de usar a madeira como fonte de energia não tem grande expressão em Portugal, correspondendo apenas a 7,7% da madeira retirada das florestas (Eurostat, 2019).
- Distribuição das árvores para produção de madeira (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014)

Biomassa > animais (criados ou selvagens) > nutrição: criação ou caça de animais para obtenção de carne

- Densidade populacional das espécies selvagens/cinegéticas mais características (Berghöfer & Schneider, 2015) - método de amostragem vai depender da espécie em causa e da dimensão do local em estudo (transeptos, contagens totais, amostragem à distância).
- Registos de caça (animais mortos) (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017) –

implica entrevistar caçadores ou contactar entidades como o Instituto de Conservação da Natureza e Florestas (ICNF) para ter acesso a este tipo de informação.

- Volume de comércio da carne resultante da caça numa determinada área (Berghöfer & Schneider, 2015) - esta informação poderá ser fornecida pelos caçadores da área.
- Nº de indivíduos de espécies de criação (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – informação obtida a partir dos criadores de gado na área.
- Área total usada/propícia para pastoreio (Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017) – informação obtida a partir dos criadores de gado ou através da análise da cobertura e uso do solo.
- Produção / volume de comércio de carne e outros produtos alimentares derivados de espécies de criação (Berghöfer & Schneider, 2015; Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) - informação obtida a partir dos criadores de gado na área.

Biomassa > animais (criados ou selvagens) > fibras e outros materiais

- Densidade populacional das espécies selvagens/cinegéticas mais características (Berghöfer & Schneider, 2015): método de amostragem vai depender da espécie em causa e da dimensão do local em estudo (transeptos, contagens totais, amostragem à distância).
- Registos de caça (animais mortos) (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014)
- Volume de comércio de fibras e materiais derivados tanto de espécies de criação como de espécies selvagens (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) informação obtida a partir dos criadores de gado na área

- Nº de indivíduos de espécies de criação (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014): informação obtida a partir dos criadores de gado na área.
- Área total usada/propícia para pastoreio (Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017): informação obtida a partir dos criadores de gado na área.

Material genético: de todo a biota

- Nº total de espécies e subespécies (Egoh et al., 2012; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017) – análise da diversidade e da riqueza específica, através da análise da cobertura do solo, que requer pesquisa bibliográfica e trabalho de campo (definição do método de amostragem).
- Distribuição de espécies de plantas com uso bioquímico / farmacêutico (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – implica primeiramente identificar quais as espécies de interesse entre o nº total de espécies, através de pesquisa bibliográfica; a distribuição dessas espécies será avaliada a partir de reconhecimentos de campo e/ou de deteção remota, o que poderá permitir a elaboração de mapas de distribuição para cada espécie.

Serviços abióticos

Água (superficial ou subterrânea) > para beber: filtração, retenção e armazenamento de água doce para consumo humano

A informação poderá ser obtida através dos dados recolhidos em estações de monitorização dos recursos hídricos (fontes de informação: SNIRH, SNIAmb).

- Presença de reservas de água (Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017): Planos de Gestão da Rede Hidrográfica
- Disponibilidade anual de água superficial (Km³/ano) (Berghöfer & Schneider, 2015): Planos de Gestão da Rede Hidrográfica

- Fornecimento total de água superficial por área de floresta (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – Modelação a partir de dados do plano de gestão da rede hidrológica

Água (superficial ou subterrânea) > como material: água doce para uso industrial

A informação poderá ser obtida através dos dados recolhidos em estações de monitorização dos recursos hídricos (fontes de informação: SNIRH, SNIAmb).

- Presença de reservas de água (Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017): Planos de Gestão da Rede Hidrográfica
- Disponibilidade anual de água superficial (Km³/ano) (Berghöfer & Schneider, 2015): Planos de Gestão da Rede Hidrográfica
- Fornecimento total de água superficial por área de floresta (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) - modelação

3.2. Serviços de Manutenção e Regulação

Regulação das condições físicas químicas e biológicas

Regulação da composição química da atmosfera (Regulação climática)

- Uso do Solo: (Bastian, Haase, & Grunewald, 2012) através de mapas de uso do solo existentes ou de outro tipo de dados derivados de trabalho de campo e/ou da deteção remota (uso de software como o SIG).
- Quantidade de gases de efeito estufa fixados e / ou emitido: A abundância atmosférica de dióxido de carbono (CO₂), o gás de efeito estufa dominante produzido pelo homem, aumentou cerca de 50% desde os tempos pré-industriais devido à proliferação da combustão de combustíveis fósseis. O metano (CH₄) também outros dos gases com efeito estufa; que a presença atmosférica tem mais que dobrou desde a era pré-industrial por causa de atividades humanas. Outro gaz de efeito estufa significativo incluem é o óxido nitroso (N₂O) (Laj & Hurst, 2016). Os dados relacionados com a quantidade de gases de efeito de estufa fixados e ou emitidos, podem ser consultados no IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Em cenário normal o principal gás a ter em conta é

o CO₂, no entanto em caso onde os incêndios sejam frequentes é necessário ter em consideração gases como o metano (CH₄) e como o oxido nitroso N₂O. O capítulo 2 e 4 do volume 4 *Agriculture, Forestry and Other Land Use* de 2006 do *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* estão descritas metodologias adequadas para inferir sobre a quantidade de gases com efeito de estufa que se encontram fixados e/ou emitidos.

- Troca de carbono entre a biosfera e atmosfera: Deve-se medir o nível de biomassa disponível acima do solo e abaixo do mesmo. O capítulo 2 e 4 do volume 4 *Agriculture, Forestry and Other Land Use* de 2006 do IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* estão descritas metodologias que permitem inferir sobre as trocas de Carbono que existem.
- Efeito nos parâmetros climáticos (por exemplo cobertura total da coroa). Leaf Area Index (LAI) definido como metade da área total de folhas verdes por unidade superfície horizontal do solo, mede a área da folha material presente no ambiente especificado.
Dados para este indicador podem ser encontrados no *Copernicus Global Land Service providing bio-geophysical products of global land surface* (<http://land.copernicus.vgt.vito.be/PDF/portal/Application.html#Home>); *CEOS Working Group on Calibration and Validation, Land Product Validation Subgroup* (<https://lpvs.gsfc.nasa.gov/producers2.php?topic=LAI>); *Satellite ECV Inventory by the CEOS/CGMS Working Group on Climate (WGClimate)* (<http://climatemonitoring.info/ecvinventory>) (Chang & Chang, 2018)

Regulação da qualidade do solo (formação e fixação do solo)

- Estabilidade da composição do solo: O teste de estabilidade do solo fornece informações sobre a integridade dos agregados do mesmo, o grau de desenvolvimento estrutural do solo e a resistência à erosão. Também reflete a integridade biótica do solo, porque a matéria orgânica que une as partículas do solo deve ser constantemente renovada pelas raízes das plantas e pelos organismos do solo. Este teste mede a estabilidade do solo quando exposto a humedecimento rápido. A estabilidade do agregado do solo é afetada pela textura (tamanho das partículas) e pelos constituintes bióticos e minerais que podem estar presentes, por

isso é importante limitar as comparações com solos semelhantes que possuem quantidades semelhantes de areia, silte e argila. Este método requer um kit de estabilidade do solo (Herrick & Zee, 2009).

- Largura da camada de matéria orgânica: Medição do horizonte O do solo (camada superficial do solo formado por matéria orgânica)
- Percentagem de matéria orgânica: Um dos métodos mais simples encontra-se descrito no *Soil Quality Kit- Guide for Educators* (USDA, 2010)
- Erodibilidade do solo: A fim de inferir sobre a erosão do solo sugere-se que se proceda a medição da superfície do solo onde não existe vegetação e comparar com zonas onde o solo se encontra protegido com vegetação
- Área e grau de compactação do solo: A técnica de *Penetrometers* (Herrick & Jones, 2002), estima a área e o grau de compactação do solo
- Cobertura do solo: análise da cobertura do solo, que pode ser feita através de mapas de uso do solo existentes ou de outros tipos de dados derivados de trabalho de campo e/ou da deteção remota (uso de software como o SIG). (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzeti, et al., 2014)
- Angulo de inclinação, comprimento de inclinação: análise de declives e da topografia, que pode ser feita através de modelos digitais de terreno, e de mapas topográficos existentes ou de outros tipos de dados derivados de trabalho de campo e/ou da deteção remota (uso de software como o SIG). O uso de uma aparelho chamado clinómetro ótico pode também ser uma metodologia a ser usada em trabalho de campo. (Native, Code, & No, 2007)
- Abundância de macrofauna do solo (Lima, Aquino, Fernando, & Leite, 2007; Swift & Bignell, 2001)_Medição direta
- Percentagem de cobertura florestal em condição imperturbável: análise da cobertura do solo, que pode ser feita através de mapas de uso do solo existentes ou de outros tipos de dados derivados de trabalho de campo e/ou da deteção remota (uso de

software como o SIG). (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzeti, et al., 2014). Por fim divide-se a área florestal imperturbada pelo total de área florestal

- Percentagem de solo danificado: Relação entre solo danificado e solo que não foi perturbado
- Área florestal como proporção da área total: análise da cobertura do solo, que pode ser feita através de mapas de uso do solo existentes ou de outros tipos de dados derivados de trabalho de campo e/ou da deteção remota (uso de software como o SIG) (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzeti, et al., 2014), por último divide-se a área florestal sobre a área total analisada.
- Incidência de deslizamentos de terra: Número de ocorrências de deslizamentos de terra por um determinado período.
- Produtividade (florestas e agrícola) por unidade de área: Esta informação pode ser disponibilizada pelos produtores (Maes et al., 2014).
- Volume de produção por mão de obra unidade por classes de agricultura/ tamanho da empresa pastoral / florestal: Esta informação poderá ser fornecida pela entidade responsável pela colheita e comercialização destes produtos (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzeti, et al., 2014).
- Metodologia suplementar: *Visual Soil Assessment* (Shepherd, Stagnari, Pisante, & Benites, 2008)

Regulação de Fluxos basais e eventos extremos- Regulação do Ciclo da Água

- Capacidade de retenção de água nos solos: o solo é humedecido até à saturação, sendo a superfície depois coberta com um revestimento impermeável de modo a evitar perdas por evaporação. Posteriormente, são colhidas amostras para se determinar o teor de água do solo e, assim, determinar o momento em que a drenagem termina e a capacidade de campo é atingida (Ramos, Tiago Brito; Conceição Gonçalves, Maria; Casemiro Martins, José; Santos Pereira, 2015)

- Quantidade de retenção de água e influência do regime hidrológico: Descrito nos Planos de Gestão da Rede Hidrográfica
- Impacto da vegetação no fluxo de água: Modelação através de dados dos Planos de Gestão da Rede Hidrográfica e dos planos de florestação Nacionais
- Fluxos de pico: Descrito nos Planos de Gestão da Rede Hidrográfica
- Taxas de infiltração no solo: A taxa de infiltração é uma medida da velocidade com que a água entra no solo. Esse processo afeta o escoamento superficial, a erosão do solo e a recarga das águas subterrâneas. A taxa de infiltração é importante quando são necessárias estimativas de escoamento. Um infiltrômetro é o dispositivo usado para medir a taxa de infiltração de água no solo. No entanto, a infiltração não pode ser medida com esse método em locais muito pedregosos ou com cascalho, declives íngremes ou áreas com densas esteiras de raízes na superfície (Gregory, Dukes, Miller, & Jones, 2005).
- Mudanças na sazonalidade de inundações: Comparação de dados bibliográficos históricos onde se encontram quais os períodos de tempo onde as inundações ocorrem com maior frequência
- Potencial de atenuação de cheias (residência tempo de água em rios, reservatórios e solos): Planos de Gestão da Rede Hidrográfica
- Capacidade de armazenamento de água das chuvas (mm / m): o solo é humedecido até à saturação, sendo a superfície depois coberta com um revestimento impermeável de modo a evitar perdas por evaporação. Posteriormente, são colhidas amostras para se determinar o teor de água do solo e, assim, determinar o momento em que a drenagem termina e a capacidade máxima de armazenamento é atingida (Ramos, Tiago Brito; Conceição Gonçalves, Maria; Casemiro Martins, José; Santos Pereira, 2015)
- Capacidade do solo para transferir águas subterrâneas: Planos de Gestão da Rede Hidrográfica

- Tendências de danos naturais desastres: Número de desastres naturais que ocorreram e que causaram danos significativos num determinado período
- Cobertura de área de natural / seminatural: análise da cobertura do solo, que pode ser feita através de mapas de uso do solo existentes ou de outros tipos de dados derivados de trabalho de campo e/ou da deteção remota (uso de software como o SIG), (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzeti, et al., 2014) por último divide-se a área natural (sem interferência antrópica) sobre a área que possui influência antrópica.
- Zonas húmidas em áreas de risco de inundação: Zonas húmidas presentes em zonas historicamente propensas a fenómenos de inundação.
- Mudança no uso da terra ao longo dos cursos de água sob risco de inundação: Verificar, usando referências bibliográficas dados históricos, a relação entre a alteração no uso do solo e a o aumento ou decréscimo de fenómenos de inundação
- Número de eventos de inundação por ano: Planos de Gestão da Rede Hidrográfica

Metodologia suplementar

Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) (Boyer, 2009)

Regulação de Fluxos basais e eventos extremos- Proteção contra desastres naturais

- Existência de Presença de estruturas de vegetação nomeadamente quebra-ventos (filas de árvores) com capacidade de proteção contra tempestades.
- Topografia: análise de declives e da topografia, que pode ser feita através de modelos digitais de terreno, e de mapas topográficos existentes ou de outros tipos de dados derivados de trabalho de campo e/ou da deteção remota (uso de software como o SIG).
- Comprimento e largura do cinturão de vegetação: Medição direta

- Impacto de tempestades passadas: Registos de fenómenos atmosféricos passados e os estragos provocados pelos mesmos.
- Ocorrência de incidentes no passado: Número de incidentes, que provocaram danos significativos num período temporal (desde que há registos)
- Terras húmidas costeiras da área total (ha): Medição direta ou através de Sistemas de Informação Geográficos
- Capacidade de armazenamento de água: o solo é humedecido até à saturação, sendo a superfície depois coberta com um revestimento impermeável de modo a evitar perdas por evaporação. Posteriormente, são colhidas amostras para se determinar o teor de água do solo e, assim, determinar o momento em que a drenagem termina e a capacidade de campo é atingida
- Redução no fluxo / escoamento: Planos de Gestão da Rede Hidrográfica
- Atraso de picos de inundação: Planos de Gestão da Rede Hidrográfica

Manutenção do ciclo de vida, habitat e proteção do pool genético (Refúgio para biodiversidade)

- Número de espécies transitórias e indivíduos: método de amostragem vai depender da espécie em causa e da dimensão do local em estudo (transeptos, contagens totais, amostragem à distância).
- Dependência de outros ecossistemas ou serviços no serviço de habitat estrutura de vegetação: Verificar caso a caso
- Topografia: Existência de estruturas topográficas que dividam populações

Metodologia Suplementar para este serviço

- A abundância média de espécies é um indicador de naturalidade ou intimidade da biodiversidade. Está definido como a abundância média de espécies originais em relação à sua abundância em áreas não perturbadas.
- Utilizando métodos de pesquisa participativa, como questionários, conduzindo entrevistas com informantes, discussões de grupos focais etc., uma ampla gama de informações relevantes pode ser coletada.

Transformação de inputs físicos e bioquímicos nos ecossistemas

Mediação de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogénica (bióticos, abióticos)

Parâmetros Químicos e Físicos: Para os elementos físico-químicos gerais de suporte aos elementos biológicos, importa salientar a necessidade de garantir a qualidade dos procedimentos de recolha e determinação laboratorial, de modo a garantir a consistência dos dados de base e para que a aplicação dos critérios de classificação definidos reflita os problemas realmente existentes nas massas de água. (Lei n.º 58/2005, 29 de Dezembro, da Assembleia da República, 2005)

- Turbidez da água: A avaliação pode ser feita através de um medidor de turbidez ou pelo uso de tubos de turbidez
- Temperatura da água: Análise física
- Oxigênio dissolvido: Análise físico química
- pH da água: Análise físico química
- Total de sólidos em suspensão: Análise físico química
- Nutrientes (fósforo, azoto) na água: Análise físico química
- Quantidade máxima de produtos químicos que pode ser reciclado ou imobilizado em um base sustentável: O Estado Químico está relacionado com a presença

de substâncias químicas no ambiente aquático que, em condições naturais não estejam presentes ou estariam presentes em concentrações reduzidas, e que são suscetíveis de causar danos significativos para ou por intermédio do ambiente aquático, para a saúde humana e para a flora e fauna, pelas suas características de persistência, toxicidade e bioacumulação (Directiva 2008/105/CE, de 16 de Dezembro de 2008, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, 2008)

- Comparação das concentrações de poluentes entre a água que entra e sai do sistema: Medição direta no local

Parâmetros Biológicos: Existem várias componentes biológicas que permitem inferir sobre o estado dos cursos de água (bioindicadores), sendo os fitobentos e os invertebrados bentónicos os mais usados.

- Bioindicadores (invertebrados bentónicos): Deve ser analisada a composição e abundâncias dos macroinvertebrados bentónicos uma vez que a tolerância à poluição conhecida.
Estes bioindicadores são de colheita fácil e rápida em rios no entanto complexa em lagos, são de fácil identificação taxonómica ao nível de família, os procedimentos laboratoriais são relativamente morosos, mas de fácil execução. A classificação dos mesmos poder ser feita através de índices tais como o AMIIB@: Aplicação para o cálculo de Métricas e Índices de Invertebrados Bentónicos, sugerido pela agência portuguesa do ambiente.
- Para o elemento biológico fitobentos optou-se por utilizar exclusivamente o grupo das Diatomáceas (Classe Bacillariophyceae) para avaliação da qualidade biológica. Na amostragem e análise dever-se-á seguir o “Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais - Protocolo de amostragem e análise para o fitobentos - Diatomáceas (INAG, I.P. 2008)
- Patógenos (bactérias, por exemplo, *E. coli*; vírus) na água

Outros

- Presença de zonas húmidas e de vegetação ripícola.
- Número de dias que a água é de qualidade insuficiente para o desejado aplicação

Mediação de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogénica (bióticos, abióticos) - (Regulação do ciclo de nutrientes)

- Produção de matéria orgânica (Produtividade Primária): – obtida a partir da biomassa:

$$PPL = \Delta B + \text{Perdas}$$

em que ΔB representa o acréscimo de biomassa no estrato arbóreo, no período considerado (2006 a 2009), e inclui ainda o crescimento em biomassa do sub coberto, no mesmo período (Nunes et al., 2010; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017)

- Retenção de fósforo no solo (saturação) (Graetz & Nair, 2000)
- % de ocorrência de problemas (doenças e pestes) que limitam a colheita e produtividade pecuária: Esta informação pode ser disponibilizada pelos produtores (Maes et al., 2014)
- Dias de florescimento de algas nocivas (Eutrofização): Número de dias necessários para uma zona do curso de água começar a eutrofizar
- Turbidez da água: A avaliação pode ser feita através de um medidor de turbidez ou pelo uso de tubos de turbidez

Transformação de inputs físicos e bioquímicos no ecossistema: Mediação de perturbações de origem antropogénica

- Presença de faixas de vegetação a separar o ecossistema de determinadas estruturas nas proximidades: Averiguar a existência de barreiras naturais que filtrem cheiros, ruído e que atenuem possíveis impactes visuais.
- Níveis de Ruído, cheiros e ou impacte visual: Averiguar se existem diferenças a nível de ruído, cheiros e ou impacte visual dentro e fora do ecossistema florestal

3.3. Serviços Culturais (Berghöfer & Schneider, 2015; Neugarten et al., 2018; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017).

Serviços bióticos e abióticos

Interações diretas, *in-situ* e ao ar livre com sistemas naturais (vivos ou físicos), dependentes da presença no ambiente > interações físicas e experimentais: provisão de paisagens que proporcionam áreas de recreação importantes na manutenção da saúde física e mental, e uso dos ecossistemas naturais para desporto e ecoturismo/turismo local

- Áreas protegidas (Egoh et al., 2012; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017) – verificar se o local em estudo está inserido numa área protegida.
- Uso do solo (Egoh et al., 2012) – através de mapas de uso do solo existentes ou de outro tipo de dados derivados de trabalho de campo e/ou da deteção remota (uso de software como o SIG).
- Valor da paisagem / existência de características naturais apreciadas pelos visitantes (ex: proporção de área em condições atrativas) (Berghöfer & Schneider, 2015) – avaliação do valor atribuído à paisagem pelos visitantes, através de questionários e entrevistas; pode implicar trabalho de campo para avaliação da cobertura do solo.

- Números relativos a visitantes (anual) (Berghöfer & Schneider, 2015; Egoh et al., 2012; Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – pode ser difícil de obter este tipo de dados se não forem mantidos registos relativos a visitas.
- Acessibilidade (Egoh et al., 2012) – avaliar a existência de acessos e qual o seu estado.
- Existência de alojamento: Aplicação Direta (Egoh et al., 2012)
- Existência de trilhos: Aplicação Direta (Egoh et al., 2012)
- Lucro obtido a partir do ecoturismo (€/área/ano) (Berghöfer & Schneider, 2015) – no caso de ser um local onde existam infraestruturas direcionadas para o turismo (alojamentos, estabelecimentos de restauração, estruturas ligadas à prática desportiva).
- Distribuição e abundância de espécies selvagens / emblemáticas associadas à floresta (Berghöfer & Schneider, 2015; Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – implica verificar a existência de espécies emblemáticas na área em estudo, através de pesquisa bibliográfica ou da consulta com especialistas e população local; caso se verifique a ocorrência, define-se o método de amostragem, sendo a distribuição e abundância dessas espécies avaliada a partir de reconhecimentos de campo e/ou de deteção remota.
- Áreas importantes para aves associadas à floresta (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – verificar a ocorrência no local de áreas importantes para determinadas espécies de aves, o que pode ser feito a partir de reconhecimentos de campo, mas também através da consulta de especialistas e pesquisa bibliográfica.

Interações diretas, *in-situ* e ao ar livre com sistemas naturais (vivos ou físicos), dependentes da presença no ambiente > interações intelectuais e representativas: educação e investigação

- Nº de estudos científicos (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014; Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017) – através de pesquisa bibliográfica.
- Nº de visitas escolares (Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017) – pode ser difícil de avaliar se não houver alguma entidade ou associação a gerir as visitas ao local.

Interações indiretas, remotas e *indoor* com sistemas naturais (vivos ou físicos), que não requerem a presença no ambiente > interações espirituais e simbólicas: valores espirituais e religiosos

- Número anual de visitantes (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) - pode ser difícil de obter este tipo de dados se não forem mantidos registos relativos a visitas.
- Presença de características da paisagem ou espécies com valor espiritual (Preston & Ciara Raudsepp-Hearne, 2017) – informação obtida a partir da consulta de especialistas e da população local.
- Número e área de locais com valor sagrado, assim como o seu estado (Berghöfer & Schneider, 2015; Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) – verificar a existência de locais com valor sagrado através da consulta de especialistas e da população local; avaliar o estado desses locais através de reconhecimentos de campo e entrevistas/questionários à população.

Interações indiretas, remotas e *indoor* com sistemas naturais (vivos ou físicos), que não requerem a presença no ambiente > outras características sem valor de uso: valor existencial e de legado

- Número anual de visitantes (Maes, Teller, Erhard, Murphy, Paracchini, Barredo, Grizzetti, et al., 2014) - pode ser difícil de obter este tipo de dados se não forem mantidos registos relativos a visitas.

Exemplos de potenciais perguntas para questionários aos visitantes (Forest Stewardship Council, 2018):

- Informação geral (duração e propósito da visita, recorrência)
- Atributos da floresta (atratividade visual e naturalidade, limpeza, número de avistamentos de espécies carismáticas)
- Disponibilidade e manutenção de infraestruturas recreacionais (postos de informação, caminhos, ...)
- Satisfação no geral
- Atribuição de um valor/preço (se aplicável) ou disponibilidade para pagar por atributos relativos ao ecoturismo - quantificar

Para alguns atributos os visitantes poderão usar uma escala de avaliação.

3.4. Impactes expectáveis na prestação de Serviços de Ecossistema

Após a escolha dos SE a inserir no EIA, é necessário estabelecer quais os impactes que podem advir do projeto em estudo relativamente à prestação destes serviços.

Os impactes já considerados nos EIA para a componente ecológica normalmente também afetam os SE, seja de forma direta ou indireta, visto que estes dependem do bom funcionamento do ecossistema. Para além dos impactes diretos, é igualmente importante considerar efeitos indiretos, que se encontram associados principalmente à perda de conectividade, podendo estender-se a áreas não abrangidas pelo projeto (Tardieu, Roussel, Thompson, Labarraque, & Salles, 2015).

Posto isto, podemos considerar expectáveis para os SE os mesmos impactes mencionados atualmente na AIA para os ecossistemas:

- destruição direta da vegetação;
- destruição ou afetação indireta da vegetação devido ao aumento da perturbação (derivada da compactação do solo, emissão e deposição de poeiras e poluentes, entre outros);
- proliferação de espécies exóticas e/ou invasoras;
- aumento do risco de incêndio;
- afetação dos habitats (degradação, fragmentação ou destruição);
- efeito barreira à propagação de sementes e outros propágulos, com consequente aumento da fragmentação;
- afetação de espécies de interesse para a conservação;
- proliferação de pragas e doenças,

Para além disso, é também importante uma maior especificação, distinguindo quais os impactes que afetam a provisão das diferentes secções de SE (provisionamento, regulação e manutenção e culturais), conforme exemplificado na Tabela 2. No pior cenário, estes impactes poderão resultar na perda destes serviços, com graves consequências para o ecossistema e para a população que beneficia deles.

Tabela 2 – Possíveis impactes sobre a prestação de SE que podem advir de um projeto sujeito a AIA.

Provisionamento	Regulação e Manutenção	Culturais
<ul style="list-style-type: none"> - Destruição/degradação de árvores destinadas à produção de madeira, cortiça, óleos ou materiais de construção - Destruição/degradação de espécies vegetais com propósito nutricional, como cogumelos, frutos silvestres - Destruição/degradação de espécies de plantas medicinais/ com uso farmacêutico ou bioquímico - Perda de áreas de pasto para o gado - Perda de áreas de caça - Perda/afetação do habitat de espécies importantes do ponto de vista cinegético - Redução do nº de espécies, com 	<ul style="list-style-type: none"> - Afetação de espécies de microrganismos, algas, plantas e animais responsáveis pela mediação de nutrientes, resíduos e substâncias tóxicas (biorremediação, filtração, armazenamento, diluição) - Perda de barreiras naturais proporcionadas pela vegetação ou pela própria topografia, que filtram cheiros, ruído, e atenuam impacte visual de certas estruturas - Destruição de vegetação, cuja presença é responsável pela fixação do solo, prevenindo a sua erosão e movimentos em massa - Perda da capacidade de retenção de água devido à destruição do coberto vegetal, com influência no ciclo hidrológico e no controlo de cheias 	<ul style="list-style-type: none"> - Perda/perturbação de áreas importantes para recreação, turismo e/ou desporto - Perturbação de populações de espécies emblemáticas/ de interesse para o turismo da natureza - Perda/degradação de locais e/ou populações de espécies com interesse para a educação e investigação - Perda/degradação de locais e/ou espécies com valor espiritual e religioso - Perda/degradação de locais e/ou espécies com valor existencial e de legado

<p>consequente perda de diversidade genética</p> <p>- Afetação do provisionamento de água (devido à poluição de cursos de água ou de aquíferos próximos)</p>	<p>- Diminuição da proteção do vento devido à destruição da vegetação ou à alteração da topografia</p> <p>- Perda de espécies vegetais com capacidade de reduzir a frequência, propagação ou a magnitude dos incêndios (espécies com baixa combustibilidade)</p> <p>- Perda/degradação de habitats de <i>nursery</i>, e para espécies polinizadoras e/ou responsáveis pela dispersão de sementes</p> <p>- Perda/degradação de habitats de espécies nativas que atuam como agentes de controlo de doenças e pestes, nomeadamente de espécies invasoras</p> <p>- Perda de vegetação com capacidade para decompor minerais e materiais biológicos (estes últimos com posterior</p>	
--	---	--

	<p>incorporação), com influência na qualidade do solo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perda da capacidade de regular a concentração de gases na atmosfera por parte da floresta devido à destruição do coberto vegetal (diminuição do sequestro de carbono) - Perda de mecanismos de regulação da temperatura e humidade na floresta (vegetação responsável por processos de ventilação e transpiração) 	
--	--	--

Feita a identificação dos impactes, segue-se a avaliação qualitativa dos mesmos. Nesta fase, os EIA seguem normalmente uma metodologia baseada em parâmetros como o sinal (positivo ou negativo), magnitude (reduzida, média ou elevada), probabilidade (certo, provável ou improvável) ou a reversibilidade (irreversível ou reversível) para avaliar um determinado impacte. Estes parâmetros são depois considerados em conjunto para determinar a significância (muito significativo, significativo ou pouco significativo). No entanto, nem os parâmetros utilizados são sempre os mesmos, nem o método de ponderação da significância é uniforme, sendo que às vezes baseia-se numa escala numérica atribuída aos parâmetros e outras vezes apresenta uma base mais subjetiva. Face à discrepância relativa à avaliação dos impactes, é sugerido neste guia a utilização do calculador de impactes adaptado por Lopes, 2013, que estabelece 10 parâmetros avaliados através de uma escala, e que posteriormente servem para avaliar a significância, intensidade, carácter e, por último, o valor total do impacte, conforme explicado na Fig.12.

Sinal (S)	Extensão (EX)	Intensidade (IN)	Reversibilidade (RV)	Periodicidade (PE)
Positivo: +1	Pontual: 1	Baixa: 1	Curto prazo: 1	Descontínuo: 1
Negativo: -1	Parcial: 2	Média: 2	Médio prazo: 2	Periódico: 2
	Elevada: 4	Alta: 4	Longo prazo: 3	Contínuo: 4
	Máxima: 6	Muito Alta: 6	Irreversível: 4	
		Máxima: 10		
Momento (MO)	Acumulação (AC)	Persistência (PR)	Efeito (EF)	Recuperabilidade (RC)
Longo prazo: 1	Simples: 1	Fugaz: 1	Indireto terciário: 1	Imediata: 1
Médio prazo: 2	Cumulativo: 3	Temporário: 2	Indireto secundário: 2	Médio prazo: 2
Imediato: 4	Sinérgico: 6	Permanente: 4	Direto: 3	Mitigável: 4
				Longo prazo: 6
				Irrecuperável: 8

$$\text{Significância} = ((EX+IN+RV+RC)-3) \times \text{Sinal}$$

$$1 \geq \text{significância} \leq 25$$

Impactes ≥ 12 são considerados significativos

$$\text{Intensidade} = (((2 * EX) + (3 * IN) + RV + PE + MO + AC + PR + EF + RC) - 12) / 63$$

$$0 \geq \text{Intensidade do impacte} \leq 1$$

$$\text{Caráter} = ((RV+RC+PS)-2)$$

$$1 \geq \text{Caráter} \leq 14$$

Caráter: Compatível (1/3) Moderado (4/8) Severo (9/12) Crítico (13/14)

O valor total do impacte é o resultado da multiplicação do módulo do valor da intensidade pela soma do valor da significância com o valor do caráter.

$$0 \geq \text{valor total do impacte} \leq 39$$

Fig. 12. Calculador de impactes: método de avaliação qualitativa dos impactes expectáveis para um determinado projeto, adaptado por Lopes, 2013.

Na fase de avaliação dos impactes, tornam-se mais notórias as diferenças entre as fases de construção, exploração e desativação do projeto. Os impactes referidos acima podem manifestar-se em todas as fases, mas com valores diferentes no que se refere aos parâmetros de avaliação (extensão e intensidade, por exemplo).

3.5. Medidas de minimização e monitorização relativas aos SE

Identificados os impactes sobre os serviços de Ecossistema é necessário proceder-se à implementação de medidas de mitigação/minimização que sejam eficientes na proteção dos serviços de ecossistema.

Os estudos de impacte ambiental possuem, na sua elaboração, uma seção onde estão sugeridas medidas que procuram uma compensação de impactes decorrentes de um determinado projeto em sistemas ecológicos, sendo que regra geral estas medidas possuem um caráter genérico, não estando associadas a um tipo de serviço de ecossistema específico.

As medidas de mitigação/minimização que são frequentemente encontradas nos estudos de impacte ambiental, atualmente são:

- Ações de sensibilização ambiental
- Restrição da intervenção ao estritamente necessário
- Evitar a afetação de áreas de maior sensibilidade ecológica
- Medidas para prevenção de incêndios
- Medidas para controlo de exóticas/invasoras
- Acompanhamento por parte de um biólogo
- Seleção de áreas anteriormente intervencionadas com baixo valor conservacionista
- Uso da camada superficial do solo, para recuperação vegetal
- Plano de risco contra incêndios
- Evitar o derrame de químicos poluentes
- Condicionamento da circulação
- Proceder a efeitos de recuperação da área
- Integração/Recuperação Paisagística

No entanto, é necessário estabelecer medidas que sejam direcionadas para um tipo de serviços de ecossistema específico, com o intuito de tornar mais eficaz a proteção não só do serviço prestado, mas também do ecossistema que presta o serviço, como as que se encontram apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 – Possíveis medidas de minimização a propor relativas aos SE num EIA.

Provisionamento	Regulação e Manutenção	Culturais
<ul style="list-style-type: none"> - Evitar a afetação/destruição de exemplares arbóreos destinados à produção de madeira, cortiça, óleos ou materiais de construção - Evitar a afetação/destruição de espécies vegetais com propósito nutricional, como cogumelos, frutos silvestres, ... - Evitar a afetação/destruição de espécies de plantas medicinais/ com uso farmacêutico ou bioquímico - Restringir a intervenção a áreas não utilizadas para pastagem de gado - Restringir a intervenção a áreas não utilizadas para caça 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar a afetação/destruição de vegetação com elevada importância em filtrar, odores, minimizar ruídos, e atenuar impacte visual de certas estruturas - Evitar a afetação/destruição de vegetação, cuja presença é responsável pela fixação do solo. - Evitar a afetação/destruição de vegetação que têm um carácter vital na regulação do ciclo hidrológico - Proteger vegetação que com capacidade de reduzir a frequência, propagação ou a magnitude dos incêndios (espécies com baixa combustibilidade) - Proteger áreas de habitats de <i>nursery</i>, e para espécies 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar a afetação/destruição de áreas importantes para recreação, turismo e/ou desporto - Evitar a perturbação de populações de espécies emblemáticas/ de interesse para o turismo da natureza - Evitar a afetação/destruição de locais e/ou populações de espécies com interesse para a educação e investigação - Evitar a afetação/destruição de locais e/ou espécies com valor espiritual e religioso - Evitar a afetação/destruição de locais e/ou espécies com valor existencial e de legado

<p>- Evitar a afetação/destruição do habitat de espécies importantes do ponto de vista cinegético</p> <p>- Evitar a afetação/destruição do habitat das espécies mais características e/ou representativas da zona</p> <p>- Evitar o derrame de substâncias poluentes, passíveis de contaminar cursos de água ou aquíferos próximos, afetando o provisionamento de água</p> <p>-Proceder á reflorestação com <i>Quercus suber</i>, a fim a repor o provisionamento de cortiça</p> <p>-Recuperar os habitats das espécies mais representativas da zona, nomeadamente de espécies importantes do ponto de vista cinegético (através da reflorestação ou da reposição das condições iniciais)</p>	<p>polinizadoras e/ou responsáveis pela dispersão de sementes</p> <p>-Proteger habitats de espécies nativas que atuam como agentes de controlo de doenças e pestes, nomeadamente de espécies invasoras</p> <p>- Criação de passagens ecológicas, para a biodiversidade, de modo superar barreiras criadas antropicamente</p> <p>- Uso de Técnicas de mitigação da qualidade da água que impedirão / reduzirão impactes sobre os recursos hídricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armadilhas de areia / lodo • Intercetores de óleo • Tanques / lagoas de sedimentação • “Grass Swale” • Sistemas aquáticos / vegetativos • Armadilhas para poluição <p>- Uso de soluções de engenharia para prevenir cheias:</p>	<p>- Recuperar áreas importantes para recreação, turismo e/ou desporto (através da reflorestação ou da reposição das condições iniciais)</p> <p>- Recuperar áreas com interesse para a educação e investigação</p> <p>- Recuperar áreas com valor espiritual e religioso</p> <p>- Recuperar áreas com valor existencial e de legado</p>
---	---	---

<p>- Proceder à descontaminação de cursos de água e/ou aquíferos afetados pelo derrame de substâncias poluentes que comprometem o provisionamento de água (através de técnicas de bioengenharia ou biorremediação, por exemplo)</p>	<p>- Soluções de engenharia que trabalham prioritariamente com sistemas naturais (por exemplo, bancos arborizados, águas rasas) prioritariamente</p> <p>- Criação de cursos de água artificiais (criação de canais artificiais,) devem só ser usados como último recurso.</p> <p>- Reflorestação com vegetação autóctone preferencialmente semelhante à comunidade previamente existente</p>	
---	--	--

3.6. Monitorização

Os Planos de Monitorização presentes no EIA, são mecanismos de pós-avaliação que têm como finalidade: avaliar a resposta do sistema ambiental aos efeitos produzidos pela presença do projeto; verificar e avaliar a eficácia das medidas de gestão ambiental previstas no EIA e incluídas na Declaração de Impacte Ambiental, para evitar, reduzir ou compensar os impactes negativos e potenciar os efeitos positivos; verificar a ocorrência de impactes em situações de incerteza; detetar a ocorrência de impactes inesperados; verificar a eficácia das medidas de gestão ambiental adotadas e a eventual necessidade de adotar novas medidas mais eficazes; e extrair lições para o futuro em relação a impactes típicos da categoria do projeto em causa.

Este processo deve ser realizado de forma periódica ao longo das diferentes fases de execução do projeto.

A fim de cumprir os objetivos dos planos de monitorização, esta deve ser realizada usando os mesmos métodos que foram usados na análise dos Serviços de ecossistema e seus indicadores, numa periodicidade trimestral, ou no mínimo semestral, devido ao efeito de sazonalidade que existe no clima em Portugal.

4. Referências Bibliográficas

- Ahmed, M., Andrews, P. L., Bastos, T. X., Groot, W. J. De, Fleming, R., Fleming, R., ... Wain, A. (1998). Applications of Meteorology to Forestry and Non-forest Trees. *Forestry*, 1–107.
- Allard, G., Berrahmouni, N., Christophe, B., Boglio, D., Briens, M., Brizay, A., ... Giovanni Giuseppe, V. (2013). *State of Mediterranean Forests 2013*.
- Almeida, A. F. de. (2011). Cork Oak Woodlands on the Edge: Ecology, adaptive management, and restoration. *Silva Lusitana*, 19, 127–129. Retrieved from http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-63522011000100011&nrm=iso
- Araújo, P.V., Clamote, F., Carapeto, A., Porto, M., Malveiro, S., Lourenço, J., Holyoak, D.T., Pereira, A.J., et al. (2019). *Quercus suber* L. - mapa de distribuição. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.flora-on.pt/#wQuercus+suber>
- Araújo, P.V., Almeida, J.D., Clamote, F., Lourenço, J., C. Aguiar, C., Pereira, E.P., Porto, M., Carapeto, A., et al. (2019). *Quercus pyrenaica* Willd. - mapa de distribuição. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.flora-on.pt/#wQuercus+pyrenaica>
- Araújo, P.V., Lourenço, J., Almeida, J.D., Carapeto, A., Vila-Viçosa, C., Pereira, E.P., Henriques, T.M., Peixoto, M., et al. (2019). *Quercus robur* L. - mapa de distribuição. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.flora-on.pt/#wQuercus+robur>
- Bastian, O., Haase, D., & Grunewald, K. (2012). Ecosystem properties, potentials and services - The EPPS conceptual framework and an urban application example. *Ecological Indicators*, 21, 7–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.03.014>
- Berghöfer, A., & Schneider, A. (2015). Indicators for Managing Ecosystem Services – Options & Examples. ValuES Project Report., (December), 49.
- Boyer, K. (2009). Stream Visual Assessment Protocol Version 2. *National Biology Handbook*, (December), 85.

- Braat, L. C., & de Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services*, 1(1), 4–15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.011>
- Brown, C., Reyers, B., Ingwall-King, L., Mapendembe, A., Nel, J., O'Farrell, P., ... Bowles-Newark, N. J. (2014). Measuring Ecosystem Services: Guidance on developing ecosystem service indicators. *Unep-Wcmc*, 72. Retrieved from https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/6.6.a-Brown_et_al_2014.pdf%0Ahttp://www.unep-wcmc.org/system/dataset_file_fields/files/000/000/303/original/1850_ESI_Guidance_A4_WEB.pdf?1424707843
- BusinessDictionary. (2019). Indicator. Retrieved September 24, 2019, from <http://www.businessdictionary.com/definition/indicator.html>
- CABI. (2013). The CABI encyclopedia of forest trees. (C. CABI, Ed.). Wallingford: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780642369.0000>
- Castano-Santamaria, J., Barrio-Anta, M., & Alvarez-Alvarez, P. (2013). Regional-scale stand density management diagrams for Pyrenean oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) stands in north-west Spain. *IForest - Biogeosciences and Forestry*, (3), 113–122. <https://doi.org/10.3832/ifor0880-006>
- Chang, J.-H., & Chang, J.-H. (2018). Leaf Area Index. *Climate and Agriculture*, 46–56. <https://doi.org/10.4324/9781315081069-5>
- CICES. (2019). CICES: Towards a common classification of ecosystem services. Retrieved February 1, 2019, from <https://cices.eu/>
- De Rigo, D., & Caudullo, G. (2016). *Quercus ilex* in Europe: distribution, habitat, usage and threats.
- Del Favero, R. (2008). *I boschi delle regioni meridionali e insulari d'Italia: tipologia, funzionamento, selvicoltura*. Padova : CLEUP.
- Directiva 2008/105/CE, de 16 de Dezembro de 2008, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia (2008).
- Directiva 2014/52/UE, de 16 de Abril de 2014, do Parlamento Europeu e do Conselho

- da União Europeia, 2014 Jornal Oficial da União Europeia § (2014).
- Diretiva 92/43/CEE, de 1 de Maio de 2004, da Comissão Europeia, Sistema CONSLEG do Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias: 1992L0043 - 01/05/2004 § (2004).
- EEA. (2016). *European forest ecosystems, state and trends*.
- Egoh, B., Drakou, E. G., Dunbar, M. B., Maes, J., & Louise Willemen, L. (2012). *Indicators for mapping ecosystem services: a review: JRC Scientific And Policy Reports*. <https://doi.org/10.2788/41823>
- Embrapa Florestas, & Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2014). Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal.
- English Country Garden. (2016). English Oak Tree - Quercus robur. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.english-country-garden.com/trees/oak.htm>
- Eurostat. (2019). *Wood products-production and trade Statistics Explained*.
- Ferraz, A. S., Soares, V. P., Soares, C. P. B., Ribeiro, C. A. A. S., Binoti, D. H. B., & Leite, H. G. (2014). Estimativa do estoque de biomassa em um fragmento florestal usando imagens orbitais. *Floresta e Ambiente*, 21(3), 286–296. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.052213>
- Forest Stewardship Council. (2018). Guidance for Demonstrating Ecosystem Services Impacts. *Fsc-Gui-30-006 V1-0 En*.
- Freeman, C., & Louçã, F. (2002). *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0199251053.001.0001>
- Gonzalez, G. L. (2007). *Guia de los arboles y arbustos de la Peninsula Iberica y Baleares. 3ª Edicion*. (S.A. MUNDI-PRENSA LIBROS, Ed.).
- Graetz, D. ., & Nair, V. D. (2000). *Phosphorus sorption isotherm determination. Methods of Phosphorus Analysis for Soils, Sediments, Residuals and Waters*.
- Gregory, J. H., Dukes, M. D., Miller, G. L., & Jones, P. H. (2005). Analysis of Double-Ring Infiltration Techniques and Development of a Simple Automatic Water Delivery System. *Ats*, 2(1). <https://doi.org/10.1094/ATS-2005-0531-01-MG>
- Herrick, J. E., & Jones, T. L. (2002). Division S-6—Notes for Measuring Soil. *Published*

- in Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66, 1320–1324.
- Herrick, J. E., & Zee, J. W. Van. (2009). *Monitoring Manual for Grassland Shrubland and Savanna Ecosystems Vol II Design, supplementary methods .pdf*.
- Houston Durrant, T., de Rigo, D., & Caudullo, G. (2016). *Quercus suber* in Europe: distribution, habitat, usage and threats.
- ICNF. (2013). *6º Inventário Florestal Nacional. Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares*.
- IPCC (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- Kasa, S. (2008). Industrial revolutions and environmental problems. *Confluence. Interdisciplinary Communications*, 70–75.
- Laj, P., & Hurst, D. (2016). *Carbon Dioxide , Methane & Other Greenhouse Gases*.
- Lei n.º 58/2005, 29 de Dezembro, da Assembleia da República, Pub. L. No. Diário da República n.º 249/2005, Série I-A de 2005-12-29, 7280 (2005). Lisboa, Portugal.
- Lima, S. S. De, Aquino, A. M. De, Fernando, L., & Leite, C. (2007). Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, (1), 322–331.
- Lopes, S. (2013). *Validação de uma metodologia para avaliação de impacte ambiental de empreendimentos hidroelétricos – caso da barragem do Fridão*
- Lopez Lillo, A., López Santalla, A., Madrid., C., & Obra Social. (2007). *Arboles madrileños: Guía para reconocimiento de arboles y arbustos arboriformes de la ciudad de Madrid*. Madrid: Obra Social Caja Madrid.
- Lorite, J., Salazar, C., Peñast, J., & Valle, F. (2008). Phytosociological review on the forests of *Quercus pyrenaica* Willd. *Acta Botanica Gallica*, 155(2), 219–233. <https://doi.org/10.1080/12538078.2008.10516105>
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Lique, C., Braat, L., Berry, P., ... Bidoglio, G. (2013). Mapping and assessment of ecosystems and their services-An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020: discussion paper – final, April 2013. <https://doi.org/10.2779/12398>

- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Murphy, P., Paracchini, M., Barredo, J., ... Lavalle, C. (2014). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessment under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020 : 2nd report - final, February 2014. Technical Report* (Vol. 2014–080). <https://doi.org/10.2779/75203>
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Murphy, P., Paracchini, M. L., Barredo, J. I., ... Kat, C. L. (2014). *Mapping and assessment of ecosystems and their services*. <https://doi.org/10.2779/75203>
- Magri, D., Fineschi, S., Bellarosa, R., Buonamici, A., Sebastiani, F., Schirone, B., ... Vendramin, G. G. (2007). The distribution of *Quercus suber* chloroplast haplotypes matches the palaeogeographical history of the western Mediterranean. *Molecular Ecology*, 16(24), 5259–5266. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03587.x>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis. Ecosystems*. Island Press, Washington, DC.
- Mooney, H., Larigauderie, A., Cesario, M., Elmquist, T., Hoegh-Guldberg, O., Lavorel, S., ... Yahara, T. (2009). Biodiversity, climate change, and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(1), 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.07.006>
- Native, P., Code, F., & No, P. G. (2007). Techniques for measuring stand height. *NSW, Department of Environment and Climate Change*, (4), 1–8.
- Neugarten, R. A., Langhammer, P. F., Osipova, E., Bagstad, K. J., Bhagabati, N., Butchart, S. H. M., ... Willcock, S. (2018). *Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services*. *Iucn*. <https://doi.org/doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.PAG.28.en>
- Nunes, L., Magalhães, M., Patrício, M. do S., Luís, J. S., Rego, F. C., & Lopes, D. (2010). Avaliação da Produção Primária Líquida em Povoamentos Puros e Mistos de *Quercus pyrenaica* Willd. e *Pinus pinaster* L. no Distrito de Vila Real Mixtes de *Quercus pyrenaica* Willd. et *Pinus pinaster* L. dans le District de Vila Real pyrenaica Willd. and *Pinus* . *Silva Lusitana*, 18(Especial), 27–38.
- Pausas, J. G. (1997). Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science*, 8(5), 703–706. <https://doi.org/10.2307/3237375>

- Pinto da Silva, A. (1991). Algumas características da flora de Portugal. *Ciência e Natureza*, 73–92.
- Porto, M., Araújo, P.V, Clamote, F., Pereira, A.J., A.Carapeto, A., Holyoak, D.T., Malveiro, S., Almeida, J.D., et al. (2019). *Quercus rotundifolia* Lam. - mapa de distribuição. Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. Retrieved August 26, 2019, from <http://www.flora-on.pt/#wQuercus+rotundifolia>
- Preston, S. M., & Ciara Raudsepp-Hearne. (2017). *Completing and Using Ecosystem Service Assessment for Decision-Making: An interdisciplinary Toolkit for Managers and Analysts*. <https://doi.org/10.1039/9781849731058>
- Ramos, T. B., ; Conceição Gonçalves, M.; Casemiro Martins, J.; Santos Pereira, L. (2015). *Características de retenção de água no solo para utilização na rega das culturas*. (I. . Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Ed.), *Revista Eixos Tech* (Vol. 1). <https://doi.org/10.18406/2359-1269v1n2201545>
- Romane, F., & Terradas, J. (Eds.). (1992). *Quercus ilex L. ecosystems: function, dynamics and management*. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-2836-2>
- San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A., Tinner, W., ... Zecchin, B. (2016). *European Atlas of Forest Tree Species*.
- Savill, P. (Ed.). (2013). *The silviculture of trees used in British forestry*. Wallingford: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780640266.0000>
- Shepherd, T. G., Stagnari, F., Pisante, M., & Benites, J. (2008). *Visual soil assessment. Organization*. <https://doi.org/10.1038/nature06486.v>
- Silveira, P., Koehler, H. S., Sanquetta, C. R., & Arce, J. E. (2008). O Estado Da Arte Na Estimativa De Biomassa E Carbono Em Formações Florestais. *Floresta*, 38(1), 185–206. <https://doi.org/10.5380/rf.v38i1.11038>
- Swift, M., & Bignell, D. (2001). *Standard methods for assessment of soil biodiversity and land use practice*. Bogor, Indonesia: International Centre for Research in Agroforestry Southeast Asian Regional Research Programme.

- Tardieu, L., Roussel, S., Thompson, J. D., Labarraque, D., & Salles, J. M. (2015). Combining direct and indirect impacts to assess ecosystem service loss due to infrastructure construction. *Journal of Environmental Management*, 152, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.01.034>
- TEEB. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*. (P. Kumar., Ed.). Earthscan, London and Washington.
- USDA. (2010). *Soil Organic Matter*.
- Velasco Aguirre, P. (2014). *Comprehensive study of Quercus pyrenaica Willd. forests at Iberian Peninsula: indicator species, bioclimatic, and syntaxonomical characteristics*. Universidad Complutense de Madrid, Spain. Retrieved from <http://mfkp.org/INRMM/article/13558917>
- Werner, F A. & Gallo-Orsi, U. (2016). Biodiversity Monitoring for Natural Resource Management — An Introductory Manual. GIZ, Eschborn and Bonn, Germany. DOI: 10.13140/RG.2.1.3141.8488/1
- Xia, Y., Fabian, P., Stohl, A., & Winterhalter, M. (1999). Forest climatology: Reconstruction of mean climatological data for Bavaria, Germany. *Agricultural and Forest Meteorology*, 96(1–3), 117–129. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(99\)00032-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(99)00032-5)